

## **MANIFESTO DEGLI STUDI DEL CORSO DI LAUREA IN FISICA** **Classe L-30 delle lauree in "Scienze e Tecnologie Fisiche"**

**Anno Accademico 2020-2021**

### **Il Corso di laurea.**

È attivato presso il Dipartimento di Scienze Matematiche e Informatiche, di Scienze Fisiche e di Scienze della Terra dell'Università di Messina il Corso di laurea (CL) in "Fisica", della classe L-30 "Scienze e tecnologie Fisiche", di cui al DM 16 Marzo 2007.

L'obiettivo del Corso di Laurea (CL) in Fisica è la formazione di laureati che possiedano un'adeguata conoscenza di base dei diversi settori della fisica e delle sue metodologie, tale da consentirne l'inserimento nel mondo del lavoro per svolgere attività professionali negli ambiti delle applicazioni tecnologiche a livello industriale, delle attività di laboratorio, delle telecomunicazioni, della tutela dell'ambiente e delle cose, della partecipazione anche gestionale all'attività di centri di ricerca pubblici e privati, curando attività di modellizzazione e analisi, con le relative implicazioni fisico-informatiche. La formazione dei laureati in Fisica è altresì finalizzata al loro inserimento, dopo ulteriori periodi di istruzione e/o addestramento, in attività di promozione e sviluppo dell'innovazione scientifica e tecnologica, di gestione e progettazione di tecnologie correlate con le discipline fisiche nei diversi ambiti nei quali queste trovano corrente applicazione, nonché nel mondo della ricerca universitaria ed extra-universitaria.

I laureati in Fisica potranno proseguire i loro studi nelle lauree magistrali. In particolare, il triennio di studi per la laurea in Fisica presso il Dipartimento MIFT dell'Università di Messina, previa verifica della preparazione dello studente, è considerato a debito formativo nullo per l'accesso alla laurea magistrale in Fisica, già attivato presso il medesimo Dipartimento.

Utili informazioni sul CL possono essere reperite anche sul sito <http://www.unime.it/it/cds/fisica>.

### **Durata ed articolazione del corso.**

La durata del Corso di Laurea è di tre anni, ciascuno articolato in due semestri, per complessivi 180 Crediti Formativi Universitari (CFU). Almeno 32 CFU riguardano attività di laboratorio. L'impegno orario annuale dello studente, comprensivo dello studio individuale, è variabile in funzione del differente carico didattico richiesto allo studente nei tre anni del corso, mediamente è pari a 1500 ore e corrisponde a 60 crediti formativi universitari (CFU).

Oltre alle attività formative di base e caratterizzanti sono previste attività formative affini o integrative riguardanti la meccanica analitica, l'elettronica e la fisica terrestre.

Il corso di studio si completa con l'acquisizione di opportune conoscenze della lingua inglese e un tirocinio da svolgersi presso imprese ed enti pubblici o privati sulla base di apposite convenzioni, ovvero presso le strutture universitarie.

I crediti attribuiti ai vari insegnamenti definiscono l'impegno orario di didattica "frontale" in ragione della tipologia degli insegnamenti stessi. In particolare: per gli insegnamenti contrassegnati LEZ (Lezioni), 1 CFU corrisponde a 6 ore di didattica frontale; per gli insegnamenti contrassegnati ESE e LAB (Esercitazioni e Laboratorio), 1 CFU corrisponde a 12 ore di didattica frontale.

Il piano degli insegnamenti previsti è di seguito riportato:

Legenda Tipologia Lezione : LEZ= lezione teorica, ESE= esercitazione, LAB= laboratorio.

PRIMO ANNO							
Insegnamento	T.A.F.	CFU	SSD	Semestre	Tipologia CFU	Num. ore	Numero Esami
7090 - MATEMATICA 1 MOD. A	A	7	MAT/05	I	LEZ (5) ESE (2)	54	1
A000797 - METODI ELABORAZIONE DATI	A	6	FIS/01	I	LEZ (2) LAB (4)	60	1
2494 - FISICA 1 2494/A FISICA 1 MOD.A	A	7	FIS/01	I	LEZ (5) ESE (2)	54	1
2494 - FISICA 1 2494/B FISICA 1 MOD.B	A	7	FIS/01	II	LEZ (5) ESE (2)	54	
6316 - LABORATORIO 1A E LABORATORIO 1B 6316/A LABORATORIO 1A	A	6	FIS/01	I	LEZ (2) LAB (4)	60	1
6316 - LABORATORIO 1A E LABORATORIO 1B 6316/B LABORATORIO 1B	A	6	FIS/01	II	LEZ (2) LAB (4)	60	
7981 - MATEMATICA 1 MOD. B	A	7	MAT/03	II	LEZ (5) ESE (2)	54	1
751 - CHIMICA	A	7	CHIM/03	II	LEZ (5) ESE (2)	54	1
3882 - LINGUA INGLESE	E	6		II			
<b>Totale</b>		<b>59</b>					<b>6</b>

SECONDO ANNO							
Insegnamento	T.A.F.	CFU	SSD	Semestre	Tipologia CFU	Num. ore	Numero Esami
4169 - MATEMATICA 2	A	7	MAT/05	I	LEZ (5) ESE (2)	54	1
2499 - FISICA 2 2499/A - FISICA 2 MOD A	B	7	FIS/01	I	LEZ (5) ESE (2)	54	1
2499 - FISICA 2 2499/B - FISICA 2 MOD.B	B	7	FIS/01	II	LEZ (5) ESE (2)	54	
7287- LABORATORIO 2 MOD.A E MOD.B 7287/A - LABORATORIO 2 MOD.A	B	6	FIS/01	I	LEZ (2) LAB (4)	60	1
7287- LABORATORIO 2 MOD.A E MOD.B 7287/B - LABORATORIO 2 MOD.B	B	6	FIS/01	II	LEZ (2) LAB (4)	60	
4349 - METODI MATEMATICI DELLA FISICA	B	7	FIS/02	II	LEZ (5) ESE (2)	54	1
4208 - MECCANICA ANALITICA	C	6	MAT/07	II	LEZ (5) ESE (2)	54	1
UN CORSO A SCELTA FRA: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 7711 – FENOMENI ONDULATORI</li> <li>• A000799 – MACHINE LEARNING</li> <li>• A000795 – FONDAMENTI DI ELETTRONICA</li> <li>• 2400 - FISICA APPLICATA</li> <li>• CHIMICA ORGANICA</li> </ul>	C	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FIS/03</li> <li>• INF/01</li> <li>• FIS/01</li> <li>• FIS/07</li> <li>• CHIM/06</li> </ul>	II	LEZ (4) ESE (2)	48	1
Attività a scelta libera		6					1
<b>Totale</b>		<b>58</b>					<b>7</b>

TERZO ANNO							
Insegnamento	T.A.F.	CFU	SSD	Semestre	Tipologia CFU	Num. ore	Numero Esami
869 - FISICA 3 CON LABORATORIO 869/1 - FISICA 3	B	5	FIS/03	I	LEZ (4) ESE (1)	36	1
869 - FISICA 3 CON LABORATORIO 869/2 - LABORATORIO DI FISICA 3	B	5	FIS/03	I	LEZ (1) LAB (4)	54	
A000214 - ISTITUZIONI FISICA TEORICA I	A	7	FIS/02	I	LEZ (5) ESE (2)	54	1
A000215 - ISTITUZIONI FISICA TEORICA II	B	6	FIS/02	II	LEZ (5) ESE(1)	42	1
872 - FISICA NUCLEARE CON LABORATORIO 872/A - FISICA NUCLEARE	B	5	FIS/04	II	LEZ (5)	30	1
FISICA NUCLEARE CON LABORATORIO 872/B - LABORATORIO DI FISICA NUCLEARE	B	5	FIS/04	II	LEZ (1) LAB (4)	54	
2455 - FISICA DELLA MATERIA	B	6	FIS/03	II	LEZ (4) ESE (2)	48	1
7509 - MATEMATICA 3	C	6	MAT/07	I	LEZ (4) ESE (2)	48	1
ATTIVITÀ A SCELTA LIBERA		6					
STAGE	F	6				60	
PROVA FINALE	E	6					
<b>TOTALE</b>		<b>63</b>					<b>6</b>

Legenda:

S.S.D.= Settore scientifico disciplinare

T.A.F. = Tipologia attività formativa

A = Base

B = Caratterizzante

C = Affine

D = A scelta

E = Elaborato finale, conoscenza lingua

F = Altro

### **Discipline articolate in moduli.**

I seguenti insegnamenti:

“Laboratorio 1 Mod. A” e “Laboratorio 1 Mod. B”;

“Laboratorio 2 Mod. A” e “Laboratorio 2 Mod. B”;

“Fisica 1 Mod. A” e “Fisica 1 Mod. B”;

“Fisica 2 Mod. A” e “Fisica 2 Mod. B”;

pur svolgendosi singolarmente nei rispettivi semestri, prevedono un esame unico al termine del II semestre.

Gli insegnamenti di

“Fisica 3 con Laboratorio”;

“Fisica Nucleare con Laboratorio”;

prevedono un esame unico alla fine del I semestre.

Le attività formative relative all’acquisizione dei 6 CFU della Lingua Inglese, non prevedono esame, le conoscenze acquisite, di livello comparabile al B1, verranno accertate mediante giudizio idoneativo.

Nel rispetto di quanto stabilito dall’Art.10, comma 5, lettera d) del DM 270, lo studente acquisirà altri 6 CFU nell’ambito di tirocini formativi e di orientamento (Stage).

I tirocini formativi e di orientamento (Stage), preventivamente autorizzati dal Consiglio di Corso di Laurea, dovranno essere svolti presso strutture dell’Ateneo, Enti o Istituzioni la cui attività è connessa con gli argomenti di studio del corso di laurea in Fisica.

Le discipline attivate si prefiggono gli obiettivi riportati nell’Allegato A.

### **Frequenza e Propedeuticità.**

La frequenza alle lezioni sia frontali che di laboratorio è fortemente consigliata ma non obbligatoria. Si segnala l’importanza che gli esami vengano affrontati seguendo l’ordine con cui le varie discipline sono proposte nell’organizzazione degli studi; non si può comunque prescindere dalla seguente regola di propedeuticità: gli esami delle materie a denominazione comune e contrassegnate da una sigla progressiva sono propedeutici uno rispetto all’altro, in ordine numerico progressivo.

### **Tutorato.**

Il Consiglio del CL provvede ad assegnare ad ogni nuovo iscritto al CL un tutor, docente del CL, che lo seguirà per tutta la durata del corso.

### **Requisiti di ammissione e modalità di verifica della preparazione iniziale.**

Per essere ammessi ai corsi di laurea triennali del Dipartimento di Scienze Matematiche e Informatiche, di Scienze Fisiche e di Scienze della Terra occorre essere in possesso di un diploma di scuola secondaria superiore o di altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo.

Il CdL in Fisica, a norma del DM del 22 ottobre 2004 n.270, art.6, prevede una verifica obbligatoria delle conoscenze di matematica di base in linea con quanto stabilito dalla *Conferenza Nazionale dei Presidenti e dei Direttori delle Strutture Universitarie di Scienze e Tecnologie* (con.Scienze) in collaborazione con il *Consorzio Interuniversitario Sistemi Integrati per l’Accesso* (CISIA) per i corsi di laurea scientifici mediante la somministrazione di test che hanno validità nazionale.

Lo studente può quindi sostenere il test in qualsiasi dipartimento, struttura, facoltà o scuola di una università italiana aderente a con.Scienze, e il risultato conseguito ha validità nazionale nelle sedi

aderenti a con.Scienze. Tutte le informazioni sui test nazionali e l'elenco delle sedi aderenti a con.Scienze/CISIA sono pubblicate sui siti

<http://www.conscienze.it>  
<http://www.cisiaonline.com/>

Il mancato superamento della verifica non preclude né l'immatricolazione al Corso di Laurea né la possibilità di sostenere gli esami del primo anno di corso, ma comporta degli Obblighi Formativi Aggiuntivi (OFA) da soddisfare nel primo anno di corso.

Per l'A.A. 2020/21 ai fini della verifica delle conoscenze di base, lo studente che intenda immatricolarsi nel Corso di Laurea in Fisica deve sostenere, o aver superato, un TOLC-B o un TOLC-S proposti da con.Scienze/CISIA, fornendo almeno sette (7) risposte esatte nella sezione "Matematica di base".

Il Corso di Laurea in Fisica considera equipollenti gli esiti conseguiti nei TOLC-I (per l'iscrizione ai corsi di Ingegneria), nelle sezioni "Matematica di base" e "Logica".

Per tutti i dettagli informativi, si rimanda al sito web istituzionale del Dipartimento MIFT ([www.unime.it/it/dipartimenti/mift](http://www.unime.it/it/dipartimenti/mift)) nella sezione "Test di verifica delle conoscenze di base" o direttamente all'url:

<https://student.unime.it>

Il debito può essere colmato, oltre che con il superamento del test, anche mediante il superamento dell'esame di **Matematica 1 modA**.

#### **Domande di ammissione.**

La domanda di ammissione al corso di laurea viene effettuata utilizzando la procedura "preiscrizione on-line" installata sul sito [www.unime.it](http://www.unime.it) sezione studenti dell'Università degli studi di Messina, nel periodo Maggio 2020 – Settembre 2020.

Gli studenti iscritti a precedenti ordinamenti di laurea quadriennale o triennale possono transitare al presente ordinamento triennale su loro richiesta. A tal fine all'atto della richiesta di iscrizione al presente corso triennale di laurea, essi chiedono la valutazione in crediti degli esami già superati. Tale valutazione sarà eseguita dalla Segreteria studenti e dal Consiglio di CdL, tenendo conto delle equivalenze tra i contenuti delle discipline e degli impegni orari di didattica frontale, previsti nei due ordinamenti per i vari insegnamenti. Tempestive informazioni per ogni opportuno orientamento saranno comunque disponibili presso la Segreteria Didattica del CdL in Fisica.

#### **Studenti a tempo parziale.**

E' prevista l'iscrizione di studenti part-time/lavoratori, per i quali si predisporrà un percorso formativo alternativo.

#### **Piano di studio.**

La scelta delle varie attività formative curriculari e i dettagli sul tirocinio formativo (art.11 del Regolamento) vengono scelte dallo studente. All'inizio di ogni anno accademico di riferimento lo studente comunica il piano di studio prescelto al Consiglio di Corso di Laurea che ne valuta la coerenza didattica al percorso proposto. L'insieme delle attività proposte nel piano di studi deve comportare l'acquisizione di un numero di CFU non inferiore a 180. Lo studente può sostenere esami per insegnamenti aggiuntivi, ed i relativi CFU rimarranno registrati nella carriera dello studente. Le attività a scelta dello studente sono normate nell'articolo 10 del Regolamento.

La richiesta di assegnazione dell'argomento per l'elaborato finale, controfirmata dal docente relatore, deve essere presentata almeno 90 giorni prima della data dell'esame di laurea. Ulteriori dettagli sulla modalità di conseguimento della Laurea Triennale in Fisica e sullo svolgimento della prova sono contenuti nell'art. 13 del Regolamento.

**Articolazione dei semestri.**

Ciascun anno di corso è suddiviso in due semestri.

Tutti gli insegnamenti si svolgono nell'ambito del singolo semestre, fermo restando che alcuni insegnamenti, precedentemente specificati, prevedono un esame unico alla fine del II semestre.

**Sessioni di esami di profitto.**

Il periodo didattico di svolgimento delle lezioni, degli esami e della prova finale sono stabiliti dal Calendario didattico approvato annualmente e consultabile sul sito web istituzionale del Dipartimento (<http://www.unime.it/it/dipartimenti/mift>) nella sezione Didattica.

L'intervallo tra due appelli successivi non potrà essere di norma inferiore a due settimane evitando la sovrapposizione con i periodi di lezioni. Gli esami superati su materie a scelta diverse da quelle consigliate in questo Manifesto, e pertanto disponibili solo presso altri Corsi di Laurea, consentono l'acquisizione di un massimo di 12 crediti. Le varie attività a scelta libera dello studente rientrano anche in detto massimo di 12 CFU.

Sono inoltre calendarizzati due appelli di esame di profitto riservati agli studenti fuori corso e cosiddetti "assimilati" (ovvero quelli studenti che hanno concluso le frequenze dei loro corsi ma non ancora iscritti al primo anno fuori corso) uno nel I semestre e l'Altro nel II semestre.

**Sessioni di laurea.**

Le sessioni di laurea che si svolgono ordinariamente al termine degli esami degli appelli ordinari.

Le date in cui sono previste le sessioni di laurea sono stabiliti dal Calendario didattico approvato annualmente e consultabile sul sito web istituzionale del Dipartimento nella sezione Didattica (<http://www.unime.it/it/dipartimenti/mift>).

**Conseguimento della laurea.**

Per conseguire la Laurea in "Fisica" lo studente deve avere acquisito almeno 180 CFU, comprensivi di quelli per la preparazione della prova finale stessa (6 CFU). Le modalità di ammissione a sostenere la prova finale e il criterio di valutazione dell'elaborato finale sono stabilite nel Regolamento Didattico del Corso di Laurea (art. 13).

Per le modalità non comprese in questo Manifesto si rimanda alla normativa vigente, in particolare al Regolamenti Didattici di Ateneo, di Dipartimento e del CdS.

## ALLEGATO A

### L30 – PRIMO ANNO

<b>Insegnamento di:</b> <b>FISICA 1</b>	<b>Denominazione inglese insegnamento:</b> Physics 1	<b>Anno:</b> 2020/2021 Primo anno Primo e secondo semestre
<b>Tipo attività formativa:</b> Base		<b>Settore scientifico-disciplinare:</b> FIS/01
<b>CFU totali: 14</b> CFU Lezioni: 10 CFU Esercitazioni o Laboratorio: 4		Ore di Lezione: 60 Ore di Esercitazioni o Laboratorio: 48
<b>Conoscenze preliminari:</b> Elementi di trigonometria, algebra, geometria analitica e analisi matematica.		<b>Prerequisites:</b> Elements of trigonometry, algebra, analytical geometry and mathematical analysis.
<b>Obiettivi formativi:</b> MODULO A: Fornire agli studenti conoscenze di base sulla dinamica del punto, dei sistemi di punti materiali e dei corpi rigidi. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cinematica e dinamica del punto</li> <li>• Moti relativi</li> <li>• Dinamica dei sistemi di punti materiali e dei corpi rigidi</li> <li>• Gravitazione</li> </ul> MODULO B: Fornire agli studenti conoscenze di base sulle proprietà meccaniche dei fluidi, su fenomeni ondulatori e sulla termodinamica. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinamica dei fluidi perfetti e reali</li> <li>• Fenomeni ondulatori</li> <li>• Termodinamica classica ed elementi di termodinamica statistica</li> </ul>		<b>Learning Goals:</b> MODULE A: Provide students with basic knowledge about the dynamics of the material point, of systems of material points and of rigid bodies. In particular, the following topics are of fundamental importance: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematics and dynamics of the material point</li> <li>• Relative motions</li> <li>• Dynamics of material point systems and rigid bodies</li> <li>• Gravitation</li> </ul> MODULE B: Provide students with basic knowledge of the mechanical properties of fluids, wave phenomena and thermodynamics. In particular, the following topics are of fundamental importance: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dynamics of perfect and real fluids</li> <li>• Wave phenomena</li> <li>• Classical thermodynamics and elements of statistical thermodynamics</li> </ul>
<b>Risultati di apprendimento previsti</b> (secondo i descrittori di Dublino)	<b>Conoscenza e comprensione:</b> Acquisizione di metodologie, strumenti e abilità per contestualizzare e trattare criticamente le conoscenze di meccanica e termodinamica, per risolvere problemi e rispondere a quesiti che richiedono l'uso di nozioni distribuite.  <b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</b> Capacità di problem solving a partire dagli argomenti sviluppati durante il corso. La metodologia didattica del corso intende promuovere l'integrazione delle conoscenze di meccanica e termodinamica con le competenze e le abilità che attengono agli ambiti comunicativo, relazionale, realizzativo e manageriale.  <b>Autonomia di giudizio:</b> Autovalutazione del grado di conoscenza. Capacità, con autonomia di giudizio, nella formulazione di procedure e nella modellazione dei sistemi fisici studiati  <b>Abilità comunicative:</b> Capacità di sviluppare le capacità comunicative necessarie per rappresentare e discutere gli argomenti fondamentali della disciplina.	



	<p><b>Capacità di apprendimento:</b> Capacità di risolvere i problemi e di analizzare i limiti e la validità di approssimazioni.</p>
<p><b>Expected learning outcomes</b> (according to Dublin Descriptors)</p>	<p><b>Knowledge and understanding:</b> Acquisition of methodologies, tools and skills aimed to contextualize and critically treat the knowledge of mechanics and thermodynamics, to solve problems and to answer questions that require the use of different concepts.</p> <p><b>Applying knowledge and understanding:</b> Skills in problem solving, starting from the topics of the course. Ability to develop appropriate learning skills to allow them to independently investigate major issues, techniques and methods of discipline especially in the workplace in which they will operate.</p> <p><b>Making judgements:</b> Self-assessment of degree of knowledge. Ability, with autonomy of judgement, in formulation of procedures as well as in modelling of the studied physical systems.</p> <p><b>Communication:</b> Ability to develop the communication skills necessary for representing and discussing the fundamental arguments of the discipline.</p> <p><b>Lifelong learning skills:</b> Ability to address problems and to analyse the limits and the validity of approximations.</p>

<b>Insegnamento di:</b> <b>LABORATORIO 1</b>	<b>Denominazione inglese insegnamento:</b> Laboratory 1	<b>Anno:</b> 2020/2021 Primo anno Primo e secondo semestre
<b>Tipo attività formativa:</b> Base	<b>Settore scientifico-disciplinare:</b> FIS/01	
<b>CFU totali:</b> 12 CFU Lezioni: 4 CFU Esercitazioni o Laboratorio: 8	Ore di Lezione: 24 Ore di Esercitazioni o Laboratorio: 96	
<b>Conoscenze preliminari:</b> Conoscenze di base di trigonometria, algebra, geometria analitica e analisi matematica. Conoscenze sulle leggi fondamentali della meccanica e della termodinamica.	<b>Prerequisites:</b> Basic knowledge of trigonometry, algebra, analytical geometry and mathematical analysis. Knowledge of the fundamental laws of mechanics and thermodynamics.	
<b>Obiettivi formativi:</b>  MODULO A: Fornire conoscenze sugli errori di misura delle grandezze fisiche e sulle metodologie di base funzionali all'acquisizione, al trattamento e all'analisi di dati sperimentali. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisi, rappresentazione e propagazione delle incertezze</li> <li>• Metodo dei minimi quadrati</li> <li>• Analisi statistica dei dati, distribuzione di Gauss, binomiale e di Poisson</li> <li>• Stimatori</li> <li>• Test del chi-quadrato</li> <li>• Caratteristiche e principi di funzionamento degli strumenti di laboratorio</li> </ul> MODULO B: Fornire conoscenze sulle modalità di progettazione e realizzazione di esperimenti basati su argomenti di meccanica, fluidodinamica e termodinamica. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Progettazione, realizzazione ed analisi di esperimenti di meccanica, fluidodinamica, calorimetria, termometria e termodinamica.</li> <li>• Simulazione al computer di esperimenti.</li> </ul>	<b>Learning Goals:</b>  MODULE A: Provide knowledge on errors performed during measurement of physical quantities and on the basic methodologies used for the acquisition, treatment and analysis of experimental data. In particular, the following topics are of fundamental importance: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analysis, representation and propagation of uncertainties</li> <li>• Least squares method</li> <li>• Statistical data analysis; binomial, Gauss and Poisson distribution</li> <li>• Estimators</li> <li>• Chi-square test</li> <li>• Characteristics and operating principles of laboratory equipments.</li> </ul> MODULE B: Provide knowledge about the design and the execution of experiments based on mechanics, fluid dynamics and thermodynamics. In particular, the following topics are of fundamental importance: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Design, implementation and analysis of experiments of mechanics, fluid dynamics, calorimetry, thermometry and thermodynamics</li> <li>• Computer simulation of experiments.</li> </ul>	

<p><b>Risultati di apprendimento previsti</b> (secondo i descrittori di Dublino)</p>	<p><b>Conoscenza e comprensione:</b> Competenze nell'impiego di strumentazione di laboratorio, nella progettazione e realizzazione di apparati sperimentali, di effettuare la misurazione di parametri fisici corredandone il risultato con il relativo errore di misura e significato fisico.</p> <p><b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</b> Capacità di <i>problem solving</i> a partire dagli argomenti sviluppati durante il corso. Sviluppo delle capacità di comunicazione scritta e orale, dell'autonomia, dell'operatività in seno a laboratori e delle abilità organizzative.</p> <p><b>Autonomia di giudizio:</b> Autovalutazione del grado di conoscenza. Capacità, con autonomia di giudizio, nella formulazione e nell'esecuzione di procedure sperimentali e nella modellazione dei sistemi fisici studiati.</p> <p><b>Abilità comunicative:</b> Capacità di sviluppare le capacità comunicative necessarie per rappresentare e discutere gli argomenti fondamentali della disciplina.</p> <p><b>Capacità di apprendimento:</b> Capacità di impiegare dispositivi sperimentali, di trattare dati sperimentali e di analizzare i limiti e la validità di approssimazioni.</p>
<p><b>Expected learning outcomes</b> (according to Dublin Descriptors)</p>	<p><b>Knowledge and understanding:</b> Skills in the use of laboratory equipment, in the design and construction of experimental equipment aimed to perform the measurement of physical parameters including the corresponding experimental error and its physical meaning.</p> <p><b>Applying knowledge and understanding:</b> Skills in problem solving, starting from the topics of the course. Improvement of written and oral communication skills, of individual autonomy, of operational ability within laboratories and of organizational aptitude.</p> <p><b>Making judgements:</b> Self-assessment of degree of knowledge. Ability, with autonomy of judgement, in formulation and execution of experimental procedures as well as in modelling of the studied physical systems.</p> <p><b>Communication:</b> Ability to develop the communication skills necessary for representing and discussing the fundamental arguments of the discipline.</p> <p><b>Lifelong learning skills:</b> Ability to deal with experimental devices, to perform data analysis and to analyse the limits and the validity of approximations.</p>

<b>Insegnamento di:</b> <b>METODI</b> <b>ELABORAZIONE</b> <b>DATI</b>	<b>Denominazione inglese insegnamento:</b> Methods for data analysis	<b>Anno:</b> 2020/2021 Primo anno Primo semestre
<b>Tipo attività formativa:</b> Base		<b>Settore scientifico-disciplinare:</b> FIS/01
<b>CFU totali: 7</b> CFU Lezioni: 3 CFU Esercitazioni o Laboratorio: 4		Ore di Lezione: 18 Ore di Esercitazioni o Laboratorio: 48
<b>Conoscenze preliminari:</b> Conoscenze di matematica di base e logica matematica.		<b>Prerequisites:</b> Basic knowledge of mathematics and mathematical logic.
<b>Obiettivi formativi:</b>  Fornire conoscenze su gli strumenti informatici di base utili nell'ambito della elaborazione dei dati sperimentali. Fornire conoscenze su sistemi operativi e linguaggi di programmazione. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caratteristiche fondamentali dei sistemi operativi</li> <li>• Diagrammi di flusso ed esempi di algoritmi per la stesura di procedure utili in ambito scientifico</li> <li>• Fondamenti di programmazione in C++</li> <li>• Gestione della memoria e puntatori</li> <li>• Programmazione orientata agli oggetti</li> <li>• Analisi dati, rappresentazione e procedure di regressione</li> <li>• Introduzione ai linguaggi pseudo-compilati</li> <li>• Introduzione ai linguaggi orientati anche alla elaborazione di segnali e immagini</li> </ul>	<b>Learning Goals:</b>  Provide knowledge on basic IT tools that are useful in the field of experimental data processing. Provide knowledge on operating systems and programming languages. In particular, the following topics are of fundamental importance: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Key features of operating systems</li> <li>• Flow charts and examples of algorithms for the design of useful procedures within the corresponding scientific field</li> <li>• Memory management and pointers</li> <li>• Object-oriented programming</li> <li>• Data analysis, representation and regression procedures</li> <li>• Introduction to pseudo-compiled languages</li> <li>• Introduction to languages that are also oriented to the processing of signals and images</li> </ul>	
<b>Risultati di apprendimento previsti</b> (secondo i descrittori di Dublino)	<b>Conoscenza e comprensione:</b> Capacità di implementazione di algoritmi che richiedono l'elaborazione di dati sperimentali. Capacità di modellizzare e rappresentare le misure. Capacità di valutare e selezionare i diversi approcci numerici adeguati al problema da affrontare.  <b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</b> Capacità di <i>problem solving</i> a partire dagli argomenti sviluppati durante il corso. Nello specifico, capacità di valutare richieste e domande e di elaborare risposte adeguate e convincenti. Capacità di gestione ed elaborazione di un insieme di dati. Capacità autonoma all'aggiornamento e all'approfondimento nell'ambito delle competenze informatiche e linguistiche.  <b>Autonomia di giudizio:</b> Autovalutazione del grado di conoscenza. Capacità, con autonomia di giudizio, nella formulazione e nell'esecuzione di procedure e nella modellazione dei sistemi fisici studiati.  <b>Abilità comunicative:</b> Capacità di sviluppare le capacità comunicative necessarie per rappresentare e discutere gli argomenti fondamentali della disciplina.	

	<p><b>Capacità di apprendimento:</b>          Capacità di implementare algoritmi, di trattare dati sperimentali e di analizzare i limiti e la validità di approssimazioni.</p>
<p><b>Expected learning outcomes</b> (according to Dublin Descriptors)</p>	<p><b>Knowledge and understanding:</b>          Ability to implement algorithms for the processing of experimental data. Aptitude to model and represent experimental measurements. Skills to evaluate and choose the different numerical approaches that are appropriate to address a specific problem.</p> <p><b>Applying knowledge and understanding:</b>          Skills in problem solving, starting from the topics of the course. In particular, aptitude to provide adequate and convincing answers to specific requests and questions Ability to manage and process a set of data. Autonomous ability for own update and for deepen IT and language skills.</p> <p><b>Making judgements:</b>          Self-assessment of degree of knowledge. Ability, with autonomy of judgement, in formulation and execution of procedures as well as in modelling of the studied physical systems.</p> <p><b>Communication:</b>          Ability to develop the communication skills necessary for representing and discussing the fundamental arguments of the discipline.</p> <p><b>Lifelong learning skills:</b>          Ability to implement algorithms, to perform data analysis and to analyse the limits and the validity of approximations.</p>

<b>Insegnamento di:</b> <b>MATEMATICA 1A</b>	<b>Denominazione inglese insegnamento:</b> MATHEMATICS 1A	<b>Anno:</b> 2020/2021 Primo anno Primo semestre
<b>Tipo attività formativa:</b> Attività di Base		<b>Settore scientifico-disciplinare:</b> MAT/05
<b>CFU totali: 7</b> CFU Lezioni: 5 CFU Esercitazioni o Laboratorio: 2		Ore di Lezione: 30 Ore di Esercitazioni o Laboratorio: 24
<b>Conoscenze preliminari:</b> I prerequisiti sono quelli richiesti dal CdL per l'accesso al corso di studio e verificati attraverso il test d'ingresso.		<b>Prerequisites:</b> The prerequisites are those required for the admission to the CdL and are verified through the corresponding test.
<b>Obiettivi formativi:</b> Il modulo si propone l'acquisizione dei fondamenti dell'Analisi reale, delle proprietà strutturali degli insiemi numerici e dei concetti di limite e della continuità delle funzioni, del calcolo differenziale ed integrale. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementi di topologia in <math>\mathbb{R}</math></li> <li>• Insiemi numerici;</li> <li>• Successioni e Serie Numeriche;</li> <li>• Funzione di variabile reale e limiti;</li> <li>• Calcolo differenziale per funzioni di una variabile reale;</li> <li>• L'integrale di Riemann per funzioni di una variabile reale;</li> <li>• Equazioni differenziali ordinarie del primo e del secondo ordine.</li> </ul>		<b>Learning Goals:</b> The module aims to provide the foundations of real Analysis, the structural properties of numerical sets and the concepts of limit and continuity of functions, differential and integral calculus. In particular, the following topics are of fundamental importance: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elements of topology in <math>\mathbb{R}</math></li> <li>• Number sets</li> <li>• Sequences and Numerical Series</li> <li>• Function of real variable and limits</li> <li>• Differential calculus for functions of a real variable</li> <li>• The Riemann integral for functions of a real variable</li> <li>• Ordinary differential equations of the first and second order</li> </ul>
<b>Risultati di apprendimento previsti</b> (secondo i descrittori di Dublino)	<b>Conoscenza e comprensione:</b> Acquisizione dei concetti di limite e di continuità delle funzioni, abilità nel calcolo differenziale ed integrale, e nell'uso delle equazioni differenziali ordinarie del primo e del secondo ordine.  <b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</b> Sviluppo della capacità di comunicare in maniera corretta, consistente, chiara e concisa le conoscenze acquisite. Capacità di rispondere correttamente ed efficacemente alle domande dirette. Capacità di applicare i concetti fondamentali della matematica in ambito scientifico.  <b>Autonomia di giudizio:</b> Autovalutazione del grado di conoscenza. Capacità, con autonomia di giudizio, nel formulare ed analizzare problemi nonché di applicare le metodologie matematiche opportune.  <b>Abilità comunicative:</b> Capacità di sviluppare le capacità comunicative necessarie per rappresentare e discutere gli argomenti fondamentali della disciplina.  <b>Capacità di apprendimento:</b> Capacità di applicare la conoscenza attraverso la soluzione di prove scritte. Capacità di comunicare ed esprimere problematiche inerenti i contenuti del corso.	

<p><b>Expected learning outcomes</b> (according to Dublin Descriptors)</p>	<p><b>Knowledge and understanding:</b> Acquisition of the concepts of limit and continuity of functions, ability in differential and integral calculus, and in the use of ordinary differential equations of the first and second order.</p> <p><b>Applying knowledge and understanding:</b> Development of the ability to communicate the acquired knowledge in a correct, consistent, clear and concise way. Ability to answer correctly and effectively to direct questions. Aptitude to apply the fundamental concepts of mathematics within the scientific fields.</p> <p><b>Making judgements:</b> Self-assessment of degree of knowledge. Ability, with autonomy of judgment, in formulating and analysing problems as well as to apply the appropriate mathematical methodologies.</p> <p><b>Communication:</b> Ability to develop the communication skills necessary for representing and discussing the fundamental arguments of the discipline.</p> <p><b>Lifelong learning skills:</b> Aptitude to apply the acquired knowledge through solving written tests. Skills to present and express issues related to the course content.</p>

<b>Insegnamento di:</b> <b>MATEMATICA 1B</b>	<b>Denominazione inglese insegnamento:</b> MATHEMATICS 1B	<b>Anno:</b> 2020/2021 Primo anno Secondo semestre
<b>Tipo attività formativa:</b> Attività di Base	<b>Settore scientifico-disciplinare:</b> MAT/03	
<b>CFU totali: 7</b> CFU Lezioni: 5 CFU Esercitazioni o Laboratorio: 2	Ore di Lezione: 30 Ore di Esercitazioni o Laboratorio: 24	
<b>Conoscenze preliminari:</b> I prerequisiti sono quelli richiesti dal CdL per l'accesso al corso di studio e verificati attraverso il test d'ingresso.	<b>Prerequisites:</b> The prerequisites are those required for the admission to the CdL and are verified through the corresponding test.	
<b>Obiettivi formativi:</b> Il modulo si propone l'acquisizione delle conoscenze degli elementi di base dell'Algebra Lineare e le relative applicazioni alla Geometria. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matrici e determinanti;</li> <li>• Sistemi di equazioni Lineari;</li> <li>• Spazi e sottospazi vettoriali;</li> <li>• Applicazioni Lineari;</li> <li>• Autovalori, autovettori ed autospazi di un endomorfismo e di una matrice;</li> <li>• Geometria analitica nel piano e nello spazio;</li> </ul>	<b>Learning Goals:</b> The discipline aims to provide knowledge of the basic elements of Linear Algebra and its applications to Geometry. In particular, the following topics are of fundamental importance: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matrices and determinants</li> <li>• Systems of linear equations</li> <li>• Vector spaces and subspaces</li> <li>• Linear applications</li> <li>• Eigenvalues, eigenvectors and eigenspaces of an endomorphism and of a matrix</li> <li>• Analytical geometry in the plane and in the space</li> </ul>	
<b>Risultati di apprendimento previsti</b> (secondo i descrittori di Dublino)	<b>Conoscenza e comprensione:</b> Acquisizione dei metodi e delle tecniche fondamentali dell'algebra lineare e della geometria analitica.  <b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</b> Capacità di rispondere correttamente ed efficacemente alle domande dirette. Capacità di applicare gli strumenti matematici presentati e di utilizzarli in contesti sia teorici che applicativi diversi da quelli propri del corso.  <b>Autonomia di giudizio:</b> Autovalutazione del grado di conoscenza. Capacità, con autonomia di giudizio, nel formulare ed analizzare problemi nonché di applicare le metodologie matematiche opportune.  <b>Abilità comunicative:</b> Capacità di sviluppare le capacità comunicative necessarie per rappresentare e discutere gli argomenti fondamentali della disciplina.  <b>Capacità di apprendimento:</b> Capacità di comunicare ed esprimere problematiche inerenti i contenuti del corso. Acquisizione di un metodo di studio basato su un approccio critico, che prevede anche una fase di approfondimento autonomo.	



<p><b>Expected learning outcomes</b> (according to Dublin Descriptors)</p>	<p><b>Knowledge and understanding:</b> Ability in problem solving. Acquisition of the fundamental methods and techniques of linear algebra and analytical geometry.</p> <p><b>Applying knowledge and understanding:</b> Development of the ability to communicate the acquired knowledge in a correct, consistent, clear and concise way. Ability to answer correctly and effectively to direct questions. Aptitude to use the proposed mathematical tools both in theoretical and applied contexts that are different from those of the course.</p> <p><b>Making judgements:</b> Self-assessment of degree of knowledge. Ability, with autonomy of judgment, in formulating and analyzing problems as well as to apply the appropriate mathematical methodologies.</p> <p><b>Communication:</b> Ability to develop the communication skills necessary for representing and discussing the fundamental arguments of the discipline.</p> <p><b>Lifelong learning skills:</b> Ability to communicate and express issues related to the course content. Acquisition of a studying method based on a critical approach, including the autonomous study.</p>
--	---

<b>Insegnamento di:</b> <b>CHIMICA</b>	<b>Denominazione inglese insegnamento:</b> CHEMISTRY	<b>Anno:</b> 2020/2021 Primo anno Secondo semestre
<b>Tipo attività formativa:</b> Attività di Base		<b>Settore scientifico-disciplinare:</b> CHIM/03
<b>CFU totali: 7</b> CFU Lezioni: 5 CFU Esercitazioni o Laboratorio: 2		Ore di Lezione: 30 Ore di Esercitazioni o Laboratorio: 24
<b>Conoscenze preliminari:</b> Matematica di base ed elementi di chimica.		<b>Prerequisites:</b> Basic mathematics and elements of chemistry.
<b>Obiettivi formativi:</b> Il corso intende presentare i fondamenti teorici e sperimentali delle Scienze Chimiche e fornire un'introduzione elementare alla descrizione dei fenomeni atomici e molecolari. In particolare, fondamentali sono i seguenti argomenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>• legame chimico, struttura molecolare e proprietà della materia</li> <li>• relazioni ponderali tra reagenti e prodotti</li> <li>• termodinamica chimica</li> <li>• equilibrio chimico</li> <li>• equilibri ionici in soluzione acquosa</li> <li>• meccanismi di reazione e catalisi</li> <li>• elementi di chimica inorganica ed organica</li> </ul>		<b>Learning Goals:</b> The course aims to present the theoretical and experimental foundations of the Chemical Sciences and to provide an elementary introduction to the description of atomic and molecular phenomena. In particular, the following topics are of fundamental importance: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemical bond, molecular structure and properties of matter</li> <li>• Weight relationships between reagents and products</li> <li>• Chemical thermodynamics</li> <li>• Chemical balance</li> <li>• Ionic equilibria in aqueous solution</li> <li>• Reaction and catalysis mechanisms</li> <li>• Elements of inorganic and organic chemistry</li> </ul>
<b>Risultati di apprendimento previsti</b> (secondo i descrittori di Dublino)	<b>Conoscenza e comprensione:</b> Capacità di utilizzare un appropriato linguaggio scientifico, di formulare conclusioni logicamente consistenti a partire dai principi generali e dai concetti astratti che stanno alla base della teoria chimica e di sviluppare un approccio critico alla interpretazione dei fondamenti della scienza chimica.  <b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</b> Capacità di <i>problem solving</i> a partire dagli argomenti sviluppati durante il corso. Capacità di correlare le osservazioni sperimentali con modelli teorici. Acquisizione di un linguaggio formalmente corretto, e capacità di esprimere i contenuti in modo chiaro e lineare.  <b>Autonomia di giudizio:</b> Autovalutazione del grado di conoscenza. Capacità, con autonomia di giudizio, nel formulare ed analizzare problemi nonché nell'applicare le opportune metodologie di indagine della chimica.  <b>Abilità comunicative:</b> Capacità di sviluppare le capacità comunicative necessarie per rappresentare e discutere gli argomenti fondamentali della disciplina.  <b>Capacità di apprendimento:</b> Acquisizione delle competenze di base di chimica generale essenziali per il completamento delle competenze necessarie al fisico in possesso della laurea	

	triennale.
<p><b>Expected learning outcomes</b> (according to Dublin Descriptors)</p>	<p><b>Knowledge and understanding:</b> Ability to use an appropriate scientific language. Aptitude to formulate logically consistent conclusions starting from the general principles and abstract concepts that underlie the chemical theory. Skills to develop a critical approach to the interpretation of the foundations of chemical science.</p> <p><b>Applying knowledge and understanding:</b> Skills in problem solving, starting from the topics of the course. Ability to correlate experimental observations with theoretical models. Acquisition of a formally correct language, and ability to express the different contents in a clear and linear way.</p> <p><b>Making judgements:</b> Self-assessment of degree of knowledge. Ability, with autonomy of judgment, in formulating and analyzing problems as well as to apply the appropriate chemical methodologies.</p> <p><b>Communication:</b> Ability to develop the communication skills necessary for representing and discussing the fundamental arguments of the discipline.</p> <p><b>Lifelong learning skills:</b> Acquisition of the basic skills of general chemistry that are essential for the completion of those abilities that are necessary for a Physicist with a three-year graduation degree.</p>

<b>Insegnamento di:</b> <b>INGLESE</b>	<b>Denominazione inglese insegnamento:</b> ENGLISH	<b>Anno:</b> 2020/2021 Primo anno Secondo semestre
<b>Tipo attività formativa:</b> Attività di Base		<b>Settore scientifico-disciplinare:</b> L-LIN/12
<b>CFU totali: 7</b> CFU Lezioni: 5 CFU Esercitazioni o Laboratorio: 2		Ore di Lezione: 30 Ore di Esercitazioni o Laboratorio: 24
<b>Conoscenze preliminari:</b> Conoscenze dell'inglese di base.		<b>Prerequisites:</b> Basic English knowledge.
<b>Obiettivi formativi:</b> Il corso ha come obiettivi principali quelli di migliorare le competenze linguistiche di lettura, di ascolto e comunicative rispetto le conoscenze pregresse sulla lingua inglese. Una attenzione particolare sarà posta sulla comprensione dei testi a carattere scientifico.		<b>Learning Goals:</b> The main objectives of the course are the improvement of reading, listening and of the communicative skills with respect to the previous knowledge of the English language. Particular attention will be paid to the understanding of scientific texts.
<b>Risultati di apprendimento previsti</b> (secondo i descrittori di Dublino)	<p><b>Conoscenza e comprensione:</b>          Capacità di affrontare tematiche di carattere scientifico ricavate da fonti anglofone. Capacità di sviluppare competenze di lettura critica che permettano agli studenti di riconoscere i vari livelli di significato nel testo.</p> <p><b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</b>          Capacità di <i>problem solving</i> a partire dagli argomenti sviluppati durante il corso. Acquisizione di un linguaggio scientifico in lingua inglese che consenta di esprimere i contenuti in modo chiaro e lineare.</p> <p><b>Autonomia di giudizio:</b>          Autovalutazione del grado di conoscenza. Capacità, con autonomia di giudizio, nel formulare testi scritti ed interventi orali applicando la corretta terminologia scientifica.</p> <p><b>Abilità comunicative:</b>          Capacità di sviluppare le capacità comunicative necessarie per rappresentare e discutere gli argomenti fondamentali della disciplina.</p> <p><b>Capacità di apprendimento:</b>          Acquisizione delle conoscenze di livello B1 nella lingua inglese essenziali per il completamento delle competenze necessarie al fisico in possesso della laurea triennale.</p>	

<p><b>Expected learning outcomes</b> (according to Dublin Descriptors)</p>	<p><b>Knowledge and understanding:</b> Ability to deal with scientific issues derived from English-speaking sources. Aptitude to develop abilities for critical reading allowing to recognize the various levels of meaning in the text.</p> <p><b>Applying knowledge and understanding:</b> Skills in problem solving, starting from the topics of the course. Acquisition of an English scientific language that allows to express each content in a clear and linear way.</p> <p><b>Making judgements:</b> Self-assessment of degree of knowledge. Ability, with autonomy of judgment, in formulating written texts and oral interventions applying the correct scientific terminology.</p> <p><b>Communication:</b> Ability to develop the communication skills necessary for representing and discussing the fundamental arguments of the discipline.</p> <p><b>Lifelong learning skills:</b> acquisition of English skills at B1 level being essential for the completion of those abilities that are necessary for a Physicist with a three-year graduation degree.</p>
--	--

## L30 – SECONDO ANNO

<b>Insegnamento di:</b> <b>FISICA 2</b>	<b>Denominazione inglese insegnamento:</b> Physics 2	<b>Anno:</b> 2020/2021 Secondo anno Primo e secondo semestre
<b>Tipo attività formativa:</b> Caratterizzante		<b>Settore scientifico-disciplinare:</b> FIS/01
<b>CFU totali: 14</b> CFU Lezioni: 10 CFU Esercitazioni o Laboratorio: 4		Ore di Lezione: 60 Ore di Esercitazioni o Laboratorio: 48
<b>Conoscenze preliminari:</b> Conoscenze sulla dinamica, sulla meccanica dei fluidi, su fenomeni ondulatori e sulla termodinamica.		<b>Prerequisites:</b> Knowledge of dynamics, fluid mechanics, wave phenomena and thermodynamics.
<b>Obiettivi formativi:</b>  MODULO A: Fornire agli studenti conoscenze che stanno alla base dei fenomeni dell'elettrostatica, della magnetostatica, delle proprietà dielettriche e magnetiche della materia. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Campo e potenziale elettrostatico</li> <li>• Conduttori e dielettrici</li> <li>• Sorgenti e campo magnetico</li> <li>• Proprietà magnetiche della materia</li> <li>• Campi elettrici e magnetici variabili nel tempo, oscillazioni elettriche</li> </ul> MODULO B: Fornire agli studenti conoscenze di base su onde elettromagnetiche, ottica geometrica e ondulatoria. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Onde elettromagnetiche</li> <li>• Riflessione e rifrazione delle onde</li> <li>• Ottica fisica</li> <li>• Ottica geometrica</li> </ul>		<b>Learning Goals:</b>  MODULE A: Provide students with knowledge that underlies the phenomena of electrostatics, magnetostatics, dielectric and magnetic properties of matter. In particular, the following topics are fundamental: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Field and electrostatic potential</li> <li>• Conductors and dielectrics</li> <li>• Sources and magnetic field</li> <li>• Magnetic properties of matter</li> <li>• Electrical and magnetic fields varying over time, electrical oscillations</li> </ul> MODULE B: Provide students with basic knowledge about electromagnetic waves, geometric and wave optics. In particular, the following topics are fundamental: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Electromagnetic waves</li> <li>• Reflection and refraction of the waves</li> <li>• Physical optics</li> <li>• Geometric optics</li> </ul>

<p><b>Risultati di apprendimento previsti</b> (secondo i descrittori di Dublino)</p>	<p><b>Conoscenza e comprensione:</b> Acquisizione di metodologie, strumenti e abilità per contestualizzare e trattare criticamente le conoscenze di elettromagnetismo e di ottica, per risolvere problemi e rispondere a quesiti che richiedono l'uso di nozioni distribuite associata a capacità espositiva e di sintesi.</p> <p><b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</b> Capacità di problem solving a partire dagli argomenti sviluppati durante il corso. La metodologia didattica del corso intende promuovere l'integrazione delle conoscenze di elettromagnetismo con le competenze e le abilità che attengono agli ambiti comunicativo, relazionale, realizzativo e manageriale.</p> <p><b>Autonomia di giudizio:</b> Autovalutazione del grado di conoscenza. Capacità, con autonomia di giudizio, nella formulazione di procedure e nella modellazione dei sistemi fisici studiati.</p> <p><b>Abilità comunicative:</b> Capacità di sviluppare le capacità comunicative necessarie per rappresentare e discutere gli argomenti fondamentali della disciplina.</p> <p><b>Capacità di apprendimento:</b> Capacità di risolvere i problemi e di analizzare i limiti e la validità di approssimazioni.</p>
<p><b>Expected learning outcomes</b> (according to Dublin Descriptors)</p>	<p><b>Knowledge and understanding:</b> Acquisition of methodologies, tools and skills to contextualize and critically treat the acquired knowledge on electromagnetism and optics, with the aim to solve problems and answer specific questions that require the use of specific contents and of synthesis ability.</p> <p><b>Applying knowledge and understanding:</b> Skills in problem solving, starting from the topics of the course. The teaching methodology intends to promote the integration of electromagnetism knowledge with the skills and abilities that pertain to the communicative, relational, implementation and managerial areas.</p> <p><b>Making judgements:</b> Self-assessment of degree of knowledge. Ability, with autonomy of judgement, in formulation of procedures as well as in modelling of the studied physical systems.</p> <p><b>Communication:</b> Ability to develop the communication skills necessary for representing and discussing the fundamental arguments of the discipline.</p> <p><b>Lifelong learning skills:</b> Ability to address problems and to analyse the limits and the validity of approximations.</p>

<b>Insegnamento di:</b> <b>LABORATORIO 2</b>	<b>Denominazione inglese insegnamento:</b> Laboratory 2	<b>Anno:</b> 2020/2021 Secondo anno Primo e secondo semestre
<b>Tipo attività formativa:</b> Caratterizzante		<b>Settore scientifico-disciplinare:</b> FIS/01
<b>CFU totali: 12</b> CFU Lezioni: 4 CFU Esercitazioni o Laboratorio: 8		Ore di Lezione: 24 Ore di Esercitazioni o Laboratorio: 96
<b>Conoscenze preliminari:</b> Conoscenza del metodo sperimentale e dei metodi principali per l'analisi dei dati sperimentali e per la stima degli errori connessi alla misura. Conoscenza base delle leggi dell'elettromagnetismo e dell'ottica geometrica e fisica.		<b>Prerequisites:</b> Knowledge of the experimental method and of the main methods for the analysis of experimental data and for the estimation of errors connected to the measurement. Basic knowledge of the laws of electromagnetism and of geometric and physical optics.
<b>Obiettivi formativi:</b>  MODULO A: Fornire conoscenze sulle metodologie sperimentali per l'uso di strumentazione elettronica analogica e digitale idonea alla verifica delle leggi dell'elettromagnetismo. Approfondimenti sui metodi per le elaborazioni dei dati sperimentali anche con l'ausilio di specifici software. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caratteristiche generali degli strumenti di misura</li> <li>• Generatori di tensione e di corrente</li> <li>• Voltmetri, galvanometri, amperometri, multimetri. Principio di funzionamento dell'oscilloscopio</li> <li>• Circuiti in corrente continua ed alternata. Principi di Kirchoff e teoremi di Thevenin e Norton.</li> <li>• Caratteristiche di funzionamento di elementi circuitali (condensatori, induttori) anche in regime impulsivo</li> <li>• Progettazione, realizzazione ed analisi di alcuni significativi esperimenti basati sugli argomenti della prima parte del corso</li> </ul> MODULO B: Fornire conoscenze sulle metodologie sperimentali per l'uso di strumentazione idonea alla verifica delle leggi dell'ottica geometrica e fisica. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caratteristiche di funzionamento di specchi, diottri sferici concavi e convessi.</li> <li>• Caratteristiche di funzionamento di sistemi ottici costituiti da lenti sottili e lenti spesse.</li> <li>• Caratteristiche di elementi rifrangenti (prismi) e diffrattivi (reticoli)</li> <li>• Sorgenti e rivelatori di luce</li> <li>• Progettazione, realizzazione ed analisi di alcuni significativi esperimenti basati sugli argomenti della seconda parte del corso.</li> </ul>		<b>Learning Goals:</b>  MODULE A: To provide knowledge on experimental methodologies for the use of analog and digital electronic equipment that are suitable for verifying the laws of electromagnetism. Insights on the methods for processing experimental data also with the help of specific software. In particular, the following topics are of fundamental importance: <ul style="list-style-type: none"> <li>• General characteristics of laboratory instrumentation</li> <li>• Voltage and current generators</li> <li>• Voltmeters, galvanometers, ammeters, multimeters. Operating principle of the oscilloscope</li> <li>• Direct and alternating current circuits. Kirchoff principles and Thevenin and Norton theorems.</li> <li>• Functional characteristics of circuit elements (capacitors, inductors) even in impulse mode</li> <li>• Design, implementation and analysis of some significant experiments based on the topics of the first part of the course</li> </ul> MODULE B: To provide knowledge on experimental methodologies for the use of suitable instruments for checking the laws of geometric and physical optics. In particular, the following topics are of fundamental importance: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Operating characteristics of mirrors, concave and convex spherical diottrs.</li> <li>• Operating characteristics of optical systems consisting of thin and thick lenses.</li> <li>• Characteristics of refractive (prisms) and diffractive (lattices) elements</li> <li>• Light sources and detectors</li> <li>• Design, implementation and analysis of some significant experiments based on the topics of the second part of the course</li> </ul>



<p><b>Risultati di apprendimento previsti</b> (secondo i descrittori di Dublino)</p>	<p><b>Conoscenza e comprensione:</b> Capacità di progettazione e realizzazione di apparati sperimentali e di raccolta ed analisi dati, al fine di verificare, falsificare o produrre teorie e modelli di interpretazione fisica della realtà.</p> <p><b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</b> Capacità di <i>Problem solving</i> rivolta agli argomenti sviluppati durante il corso. Capacità di riflessione sulle ipotesi di lavoro, sulle strategie idonee per la verifica e falsificazione delle leggi della fisica. Capacità di co-progettazione e di saper lavorare in gruppo.</p> <p><b>Autonomia di giudizio:</b> Autovalutazione del grado di conoscenza. Capacità, con autonomia di giudizio, nella formulazione e nell'esecuzione di procedure sperimentali e nella modellazione dei sistemi fisici studiati.</p> <p><b>Abilità comunicative:</b> Capacità di sviluppare le capacità comunicative necessarie per rappresentare e discutere gli argomenti fondamentali della disciplina.</p> <p><b>Capacità di apprendimento:</b> Capacità di impiegare dispositivi sperimentali, di trattare dati sperimentali e di analizzare i limiti e la validità di approssimazioni.</p>
<p><b>Expected learning outcomes</b> (according to Dublin Descriptors)</p>	<p><b>Knowledge and understanding:</b> Ability to design and implement experimental devices and to collect and analyze data, with the aim to verify, check or formulate theories and models for the interpretation of reality.</p> <p><b>Applying knowledge and understanding:</b> Skills in problem solving towards the topics of the course. Ability to reflect on working hypotheses and on suitable strategies for verifying and falsifying the laws of physics. Aptitude to co-design and to work in a team.</p> <p><b>Making judgements:</b> Self-assessment of degree of knowledge. Ability, with autonomy of judgement, in formulation and execution of experimental procedures as well as in modelling of the studied physical systems.</p> <p><b>Communication:</b> Ability to develop the communication skills necessary for representing and discussing the fundamental arguments of the discipline.</p> <p><b>Lifelong learning skills:</b> Ability to deal with experimental devices, to perform data analysis and to analyse the limits and the validity of approximations.</p>

<b>Insegnamento di:</b> <b>MATEMATICA 2</b>	<b>Denominazione inglese insegnamento:</b> MATHEMATICS 2	<b>Anno:</b> 2020/2021 Secondo Anno Primo semestre
<b>Tipo attività formativa:</b> Attività di Base		<b>Settore scientifico-disciplinare:</b> MAT/05
<b>CFU totali: 7</b> CFU Lezioni: 5 CFU Esercitazioni o Laboratorio: 2		Ore di Lezione: 30 Ore di Esercitazioni o Laboratorio: 24
<b>Conoscenze preliminari:</b> Conoscenze di analisi matematica di base e degli argomenti svolti nel corso di Matematica I.		<b>Prerequisites:</b> Knowledge of basic mathematical analysis and of the topics covered in the course of Mathematics 1.
<b>Obiettivi formativi:</b> Il modulo si propone l'acquisizione dei fondamenti del calcolo differenziale e integrale di funzioni di più variabili reali nonché le tecniche di integrazione su curve curando lo sviluppo della capacità di applicarli in ambito scientifico. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elementi di topologia in <math>R^n</math>;</li> <li>• Limiti e continuità per funzioni reali e vettoriali di più variabili reali;</li> <li>• Calcolo differenziale per funzioni reali e vettoriali di più variabili reali;</li> <li>• Teoria di ottimizzazione: massimi e minimi locali e cenni su massimi e minimi vincolati e funzioni implicite;</li> <li>• Calcolo integrale per funzioni reali di più variabili reali;</li> <li>• Curve in <math>R^n</math>. Integrale curvilineo di 1<sup>a</sup> specie;</li> <li>• Forme differenziali lineari e integrale curvilineo di 2<sup>a</sup> specie.</li> </ul>		<b>Learning Goals:</b> The module aims to provide the fundamentals of differential and integral calculus of functions of several real variables as well as of integration techniques on curves, taking care of the development of the ability to apply them in the scientific field. In particular, the following topics are of fundamental importance: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elements of topology in <math>R^n</math>;</li> <li>• Limits and continuity for real and vector functions of several real variables;</li> <li>• Differential calculation for real and vector functions of several real variables;</li> <li>• Optimization theory: local maxima and minima and hints on constrained maxima and minima and implicit functions;</li> <li>• Integral calculation for real functions of several real variables;</li> <li>• Curves in <math>R^n</math>. Curvilinear integral of 1st species;</li> <li>• Linear differential forms and curvilinear integral of 2nd species.</li> </ul>
<b>Risultati di apprendimento previsti</b> (secondo i descrittori di Dublino)	<b>Conoscenza e comprensione:</b> Acquisizione dei metodi e delle tecniche fondamentali dell'Analisi per funzioni di più variabili reali, e per l'integrazione su curve.  <b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</b> Capacità di esporre i metodi e le tecniche fondamentali nonché di proporre eventuali formulazioni autonome di teorie e modelli. Capacità di rispondere correttamente ed efficacemente alle domande dirette. Capacità di applicare gli strumenti matematici presentati e di utilizzarli in contesti sia teorici che applicativi diversi da quelli propri del corso.  <b>Autonomia di giudizio:</b> Autovalutazione del grado di conoscenza. Capacità, con autonomia di giudizio, nel formulare ed analizzare problemi nonché nell' applicare le metodologie matematiche opportune.  <b>Abilità comunicative:</b> Capacità di sviluppare le capacità comunicative necessarie per rappresentare e discutere gli argomenti fondamentali della disciplina.	

	<p><b>Capacità di apprendimento:</b>          Capacità di comunicare ed esprimere problematiche inerenti i contenuti del corso. Acquisizione di un metodo di studio basato su un approccio critico, che prevede anche una fase di approfondimento autonomo.</p>
<p><b>Expected learning outcomes</b> (according to Dublin Descriptors)</p>	<p><b>Knowledge and understanding:</b>          Acquisition of the fundamental methods and techniques of Mathematical Analysis for functions of several real variables, and for integration on curves.</p> <p><b>Applying knowledge and understanding:</b>          Ability to expose the fundamental methods and techniques as well as to propose possible autonomous formulations of theories and models. Ability to answer correctly and effectively to direct questions. Aptitude to apply and use the proposed mathematical tools both in theoretical and applied contexts that are different from those of the course.</p> <p><b>Making judgements:</b>          Self-assessment of degree of knowledge. Ability, with autonomy of judgment, in formulating and analyzing problems as well as to apply the appropriate mathematical methodologies.</p> <p><b>Communication:</b>          Ability to develop the communication skills necessary for representing and discussing the fundamental arguments of the discipline.</p> <p><b>Lifelong learning skills:</b>          Ability to communicate and express issues related to the course content. Acquisition of a studying method based on a critical approach, including the autonomous study.</p>

<b>Insegnamento di:</b> <b>METODI</b> <b>MATEMATICI PER LA</b> <b>FISICA</b>	<b>Denominazione inglese insegnamento:</b> MATHEMATICAL METHODS FOR PHYSICISTS	<b>Anno:</b> 2020/2021 Secondo Anno Secondo semestre
<b>Tipo attività formativa:</b> Attività di Caratterizzante		<b>Settore scientifico-disciplinare:</b> FIS/02
<b>CFU totali: 7</b> CFU Lezioni: 5 CFU Esercitazioni o Laboratorio: 2		Ore di Lezione: 30 Ore di Esercitazioni o Laboratorio: 24
<b>Conoscenze preliminari:</b> Conoscenze di matematica ottenute dai corsi di analisi matematica I e II (calcolo differenziale e calcolo integrale per funzioni di una o più variabili, equazioni differenziali ordinarie) e dal corso di geometria (algebra lineare, geometria analitica).		<b>Prerequisites:</b> Mathematical knowledge obtained from the courses of mathematical analysis I and II (differential calculus and integral calculus for functions of one or more variables, ordinary differential equations) and from the course of geometry (linear algebra, analytical geometry).
<b>Obiettivi formativi:</b> Fornire un'adeguata conoscenza degli strumenti matematici più avanzati necessari per affrontare lo studio dei corsi di fisica moderna del terzo anno della laurea triennale. Questo corso si propone di far apprendere le basi matematiche per lo sviluppo della meccanica quantistica ed è quindi incentrato sulla nozione di spazio di Hilbert e di padroneggiare le raffinate tecniche dell'analisi complessa e delle trasformate di Fourier. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analisi complessa</li> <li>• Spazi metrici, normati e topologici</li> <li>• Misura di Lebesgue</li> <li>• Serie e trasformate di Fourier</li> <li>• Spazi di Hilbert</li> <li>• Operatori in spazi di Hilbert</li> <li>• Distribuzioni</li> </ul>		<b>Learning Goals:</b> To provide adequate knowledge on the most advanced mathematical tools necessary to face the study of modern physics courses in the last year of the three-year degree. This course aims to provide the mathematical bases for the development of quantum mechanics and therefore it focuses on Hilbert's notion of space. It aims also to allow the mastery of the refined techniques of complex analysis and Fourier transforms. In particular, the following topics are of fundamental importance: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Complex analysis</li> <li>• Metric, normed and topological spaces</li> <li>• Lebesgue measure</li> <li>• Series and Fourier transforms</li> <li>• Hilbert spaces</li> <li>• Operators in Hilbert spaces</li> <li>• Distributions</li> </ul>
<b>Risultati di apprendimento previsti</b> (secondo i descrittori di Dublino)	<b>Conoscenza e comprensione:</b> Conoscenze sulle basi matematiche per lo sviluppo della meccanica quantistica e delle tecniche dell'analisi complessa e delle trasformate di Fourier.  <b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</b> Sviluppo della capacità di comunicare in maniera corretta, consistente, chiara e concisa le conoscenze acquisite. Capacità di rispondere correttamente ed efficacemente alle domande dirette. Capacità di padroneggiare le metodologie matematiche utili sia per i successivi corsi di stampo teorico che per i corsi di fisica sperimentale.  <b>Autonomia di giudizio:</b> Autovalutazione del grado di conoscenza. Capacità, con autonomia di giudizio, nel formulare ed analizzare problemi nonché nell'applicare le metodologie matematiche adeguate.  <b>Abilità comunicative:</b>	

	<p>Capacità di sviluppare le capacità comunicative necessarie per rappresentare e discutere gli argomenti fondamentali della disciplina.</p> <p><b>Capacità di apprendimento:</b> Capacità di applicare la giusta tecnica matematica per la rappresentazione e modellizzazione dei sistemi fisici. Capacità espositiva. Acquisizione di un metodo di studio basato su un approccio critico, che prevede anche una fase di approfondimento autonomo.</p>
<p><b>Expected learning outcomes</b> (according to Dublin Descriptors)</p>	<p><b>Knowledge and understanding:</b> Knowledge on mathematical bases for the development of quantum mechanics and techniques of complex analysis and Fourier transforms.</p> <p><b>Applying knowledge and understanding:</b> Development of the ability to communicate the acquired knowledge in a correct, consistent, clear and concise way. Ability to answer correctly and effectively to direct questions. Aptitude to use the proposed mathematical tools both for future theoretical and experimental Physics courses.</p> <p><b>Making judgements:</b> Self-assessment of degree of knowledge. Ability, with autonomy of judgment, in formulating and analyzing problems as well as to apply the appropriate mathematical methodologies.</p> <p><b>Communication:</b> Ability to develop the communication skills necessary for representing and discussing the fundamental arguments of the discipline.</p> <p><b>Lifelong learning skills:</b> Ability to apply the right mathematical technique for the representation and modeling of physical systems. Ability in presentation. Acquisition of a studying method based on a critical approach, including the autonomous study.</p>

<b>Insegnamento di:</b> <b>MECCANICA</b> <b>ANALITICA</b>	<b>Denominazione inglese insegnamento:</b> ANALYTIC MECHANICS	<b>Anno:</b> 2020/2021 Secondo anno Secondo semestre
<b>Tipo attività formativa:</b> Affine/Integrativa		<b>Settore scientifico-disciplinare:</b> MAT/07
<b>CFU totali:</b> 6 CFU Lezioni: 4 CFU Esercitazioni o Laboratorio: 2		Ore di Lezione: 24 Ore di Esercitazioni o Laboratorio: 24
<b>Conoscenze preliminari:</b> Conoscenza e padronanza delle leggi della meccanica classica e del calcolo vettoriale, nonché del calcolo di derivate e integrali (compresi integrali di linea).		<b>Prerequisites:</b> Knowledge and mastery of the laws of classical mechanics and vector calculus, as well as of calculation of derivatives and integrals (including line integrals).
<b>Obiettivi formativi:</b> Obiettivo del corso è far acquisire agli studenti un'adeguata conoscenza e comprensione dei modelli matematici della fisica classica, fornendo i concetti di base delle formulazioni lagrangiana ed hamiltoniana della meccanica. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vincoli. Gradi di libertà. Coordinate lagrangiane;</li> <li>• Principio di d'Alembert ed equazioni di Lagrange;</li> <li>• Principi variazionali, teoremi di conservazione e proprietà di simmetria;</li> <li>• Equazioni del moto di Hamilton;</li> <li>• Trasformazioni canoniche;</li> <li>• Teoria di Hamilton-Jacobi.</li> </ul>		<b>Learning Goals:</b> The aim of the course is to allow students acquire adequate knowledge and understanding of the mathematical models of classical physics, providing the basic concepts of the Lagrangian and Hamiltonian formulations of mechanics. In particular, the following topics are of fundamental importance: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Constraints. Degrees of freedom. Lagrangian coordinates;</li> <li>• D'Alembert principle and Lagrange equations;</li> <li>• Variational principles, conservation theorems and symmetry properties;</li> <li>• Hamilton equations of motion;</li> <li>• Canonical transformations;</li> <li>• Hamilton-Jacobi theory.</li> </ul>
<b>Risultati di apprendimento previsti</b> (secondo i descrittori di Dublino)	<b>Conoscenza e comprensione:</b> Padronanza dei concetti di base della Meccanica Analitica e delle tecniche matematiche ad essa correlate. Capacità di applicare le conoscenze acquisite nell'ambito della meccanica classica attraverso un una formulazione alternativa a quella newtoniana. <p><b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</b>  Capacità di <i>problem solving</i> a partire dagli argomenti sviluppati durante il corso. Capacità di valutare le tecniche matematiche più idonee per affrontare i problemi negli ambiti precedenti. Capacità di affrontare in modo indipendente la lettura di testi specialistici.</p> <b>Autonomia di giudizio:</b> Autovalutazione del grado di conoscenza. Capacità, con autonomia di giudizio, nel formulare ed analizzare problemi nonché nell' applicare le metodologie matematiche opportune. <b>Abilità comunicative:</b> Capacità di sviluppare le capacità comunicative necessarie per rappresentare e discutere gli argomenti fondamentali della disciplina. <b>Capacità di apprendimento:</b>	

	<p>Capacità di comunicare anche ad un pubblico non specialistico problematiche inerenti i contenuti del corso. Acquisizione di un metodo di studio basato su un approccio critico, che prevede anche una fase di approfondimento autonomo. Capacità di applicare la giusta tecnica matematica per la rappresentazione e modellizzazione dei sistemi fisici.</p>
<p><b>Expected learning outcomes</b> (according to Dublin Descriptors)</p>	<p><b>Knowledge and understanding:</b> Mastery of the basic concepts of Analytical Mechanics and related mathematical techniques. Ability to apply the acquired knowledge within the field of classical mechanics through a formulation which is an alternative to the Newtonian one.</p> <p><b>Applying knowledge and understanding:</b> Skills in problem solving, starting from the topics of the course. Ability to evaluate the most suitable mathematical techniques to deal with problems already addressed in different ways. Ability to independently deal with the reading of specialized texts.</p> <p><b>Making judgements:</b> Self-assessment of degree of knowledge. Ability, with autonomy of judgment, in formulating and analysing problems as well as to apply the appropriate mathematical methodologies.</p> <p><b>Communication:</b> Ability to develop the communication skills necessary for representing and discussing the fundamental arguments of the discipline.</p> <p><b>Lifelong learning skills:</b> ability to communicate topics related to the course content also to a non-specialist public. Acquisition of a studying method based on a critical approach, including an autonomous study. Ability to apply the right mathematical technique for the representation and modeling of physical systems.</p>

<b>Insegnamento di:</b> <b>CHIMICA ORGANICA</b>	<b>Denominazione inglese insegnamento:</b> ORGANIC CHEMISTRY	<b>Anno:</b> 2020/2021 Secondo anno Secondo semestre
<b>Tipo attività formativa:</b> Affine/Integrativa - Opzionale	<b>Settore scientifico-disciplinare:</b> CHIM/06	
<b>CFU totali: 6</b> CFU Lezioni: 4 CFU Esercitazioni o Laboratorio: 2	Ore di Lezione: 24 Ore di Esercitazioni o Laboratorio: 24	
<b>Conoscenze preliminari:</b> Concetti fondamentali di chimica Generale ed Inorganica.	<b>Prerequisites:</b> Basic concepts of General and Inorganic chemistry.	
<b>Obiettivi formativi:</b> Gli obiettivi del corso di chimica organica sono incentrati sul riconoscimento delle varie classi di composti organici, sulla loro reattività e sulle interazioni che questi hanno con i sistemi biologici. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparazione, reazioni e nomenclatura principali composti chimici organici: idrocarburi, alogenoalcani, alcoli, aldeidi e chetoni, acidi carbossilici, ammine</li> <li>• Benzene ed aromaticità. Cenni di chimica degli eterocicli</li> <li>• Meccanismi di reazione.</li> <li>• Stereochimica.</li> <li>• Proprietà e reattività delle molecole organiche di interesse biologico: carboidrati, amminoacidi e proteine, basi azotate ed acidi nucleici.</li> </ul>	<b>Learning Goals:</b> The objectives of the course are centered on the recognition of the various classes of organic compounds, on their reactivity and on the interactions they have with biological systems. In particular, the following topics are of fundamental importance: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preparation, reactions and nomenclature of main organic chemical compounds: hydrocarbons, halogen alkanes, alcohols, aldehydes and ketones, carboxylic acids, amines.</li> <li>• Benzene and aromaticity. Introduction to heterocycle chemistry</li> <li>• Reaction mechanisms.</li> <li>• Stereochemistry.</li> <li>• Properties and reactivity of organic molecules of biological interest: carbohydrates, amino acids and proteins, nitrogen bases and nucleic acids.</li> </ul>	
<b>Risultati di apprendimento previsti</b> (secondo i descrittori di Dublino)	<b>Conoscenza e comprensione:</b> Capacità di riconoscimento delle varie classi di composti organici, sulla loro reattività e sulle interazioni che questi hanno con i sistemi biologici.  <b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</b> Capacità di <i>problem solving</i> a partire dagli argomenti sviluppati durante il corso. Sviluppo della capacità di comunicare in maniera corretta, consistente, chiara e concisa le conoscenze acquisite. Capacità di rispondere correttamente ed efficacemente alle domande dirette. Capacità di riconoscere le varie classi di composti chimici.  <b>Autonomia di giudizio:</b> Autovalutazione del grado di conoscenza. Capacità, con autonomia di giudizio, nel formulare ed analizzare problemi nonché nell' applicare opportune metodologie di indagine della chimica.  <b>Abilità comunicative:</b> Capacità di sviluppare le capacità comunicative necessarie per rappresentare e discutere gli argomenti fondamentali della disciplina.  <b>Capacità di apprendimento:</b>	



	<p>Capacità espositiva ed abilità di applicare le conoscenze in ambito chimico per la comprensione delle caratteristiche delle sostanze a base carbonio.</p>
<p><b>Expected learning outcomes</b> (according to Dublin Descriptors)</p>	<p><b>Knowledge and understanding:</b> Ability to recognize the various classes of organic compounds, their reactivity and the interactions they have with biological systems.</p> <p><b>Applying knowledge and understanding:</b> Skills in problem solving, starting from the topics of the course. Development of the ability to communicate the acquired knowledge in a correct, consistent, clear and concise way. Ability to answer correctly and effectively to direct questions. Aptitude to recognize the different classes of chemical compounds.</p> <p><b>Making judgements:</b> Self-assessment of degree of knowledge. Ability, with autonomy of judgment, in formulating and analyzing problems as well as to apply the appropriate chemical methodologies.</p> <p><b>Communication:</b> Ability to develop the communication skills necessary for representing and discussing the fundamental arguments of the discipline.</p> <p><b>Lifelong learning skills:</b> Ability to apply the acquired knowledge within the chemical field for the understanding of the characteristics of carbon based substances.</p>

<b>Insegnamento di:</b> <b>FENOMENI ONDULATORI</b>	<b>Denominazione inglese insegnamento:</b> WAVE PHENOMENA	<b>Anno:</b> 2020/2021 Secondo anno Secondo semestre
<b>Tipo attività formativa:</b> Affine/Integrativa - Opzionale	<b>Settore scientifico-disciplinare:</b> FIS/03	
<b>CFU totali: 6</b> CFU Lezioni: 4 CFU Esercitazioni o Laboratorio: 2	Ore di Lezione: 24 Ore di Esercitazioni o Laboratorio: 24	
<b>Conoscenze preliminari:</b> Concetti fondamentali di matematica e di fisica generale.	<b>Prerequisites:</b> Basic concepts of mathematics and general physics.	
<b>Obiettivi formativi:</b> Fornire conoscenza dei fenomeni ondulatori, delle loro proprietà generali e di alcuni essenziali strumenti matematici. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti <ul style="list-style-type: none"> <li>• fenomeni periodici: battimenti, oscillazioni libere, smorzate e forzate. Fenomeni transitori</li> <li>• onde meccaniche, longitudinali e trasverse.</li> <li>• onde elettromagnetiche: sorgenti, propagazione e diffusione. Interferenza e diffrazione</li> <li>• l'occhio nel processo della visione. Percezione visiva.</li> </ul>	<b>Learning Goals:</b> To provide knowledge of wave phenomena, of their general properties and of some essential mathematical tools. In particular, the following topics are of fundamental importance: <ul style="list-style-type: none"> <li>• periodic phenomena: beats; free, damped and forced oscillations. Transient phenomena;</li> <li>• mechanical, longitudinal and transverse waves;</li> <li>• electromagnetic waves: sources, propagation and diffusion. Interference and diffraction;</li> <li>• the eye in the vision process. Visual perception.</li> </ul>	
<b>Risultati di apprendimento previsti</b> (secondo i descrittori di Dublino)	<b>Conoscenza e comprensione:</b> Familiarità con le onde meccaniche ed elettromagnetiche. Competenze nella risoluzione di semplici problemi.  <b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</b> Capacità di <i>Problem solving</i> rivolta agli argomenti sviluppati durante il corso. Nello specifico, comprendere la problematica affrontata, e saper fornire esempi, tratti dalla realtà naturale, di fenomeni che ricadono nell'ambito dell'ottica geometrica e/o fisica.  <b>Autonomia di giudizio:</b> Autovalutazione del grado di conoscenza. Capacità, con autonomia di giudizio, nella formulazione e nella modellazione dei sistemi fisici studiati.  <b>Abilità comunicative:</b> Capacità di sviluppare le capacità comunicative necessarie per rappresentare e discutere gli argomenti fondamentali della disciplina.  <b>Capacità di apprendimento:</b> Capacità espositiva ed abilità di applicare le conoscenze sui fenomeni ondulatori coinvolti in processi reali in ambito scientifico e in contesto lavorativo.	

<p><b>Expected learning outcomes</b> (according to Dublin Descriptors)</p>	<p><b>Knowledge and understanding:</b> Aptitude for dealing with mechanical and electromagnetic waves. Skills in solving simple related problems.</p> <p><b>Applying knowledge and understanding:</b> Skills in Problem solving concerning the course content. Specifically: to understand the addressed issues, and to be able to provide real examples of phenomena falling within the scope of geometric and / or physical optics.</p> <p><b>Making judgements:</b> Self-assessment of degree of knowledge. Ability, with autonomy of judgment, in the formulation and modelling of physical systems studied.</p> <p><b>Communication:</b> Ability to develop the communication skills necessary for representing and discussing the fundamental arguments of the discipline.</p> <p><b>Lifelong learning skills:</b> Ability to apply knowledge on wave phenomena involved in real processes in the scientific field and in the working context.</p>
--	--

<b>Insegnamento di:</b> <b>FONDAMENTI DI ELETTRONICA</b>	<b>Denominazione inglese insegnamento:</b> FUNDAMENTALS OF ELECTRONICS	<b>Anno:</b> 2020/2021 Secondo anno Secondo semestre
<b>Tipo attività formativa:</b> Affine/Integrativa - Opzionale	<b>Settore scientifico-disciplinare:</b> FIS/01	
<b>CFU totali: 6</b> CFU Lezioni: 4 CFU Esercitazioni o Laboratorio: 2	Ore di Lezione: 24 Ore di Esercitazioni o Laboratorio: 24	
<b>Conoscenze preliminari:</b> Conoscenze di base sull'elettromagnetismo, sui circuiti elettrici in regime stazionario e non. Metodi di soluzione di circuiti a componenti passivi (principalmente R, C). Conoscenze di strumentazione elettronica di base (voltmetri, oscilloscopi, alimentatori, ...).	<b>Prerequisites:</b> Basic knowledge on electromagnetism, on steady state and non-steady state electrical circuits. Solution methods on circuits based on passive components (mainly R, C). Knowledge of basic electronic instrumentation (voltmeters, oscilloscopes, power supplies, ...).	
<b>Obiettivi formativi:</b>  Fornire conoscenza e comprensione del meccanismo di funzionamento dei dispositivi elettronici a semiconduttori (diodo e transistor) e delle leggi che regolano il funzionamento dei circuiti elettronici. Esperienze di simulazione di funzionamento di circuiti. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reti lineari e non lineari</li> <li>• Logica binaria e porte logiche</li> <li>• Quadripoli, analisi della risposta e caratteristiche in regime sinusoidale</li> <li>• Principi di funzionamento dei dispositivi a stato solido. Giunzione p-n</li> <li>• Caratteristiche dei componenti non lineari passivi (diodo) ed attivi (transistor bipolare BJT)</li> <li>• Amplificatori operazionali e differenziali. Integratore e derivatore</li> <li>• Caratteristiche fondamentali dei sistemi di potenza (MOSFET)</li> <li>• Sensori e attuatori</li> </ul>	<b>Learning Goals:</b>  To provide knowledge and to allow the understanding of the working mechanism of electronic devices based on semiconductors (diode and transistor) and of the laws that regulate the functioning of electronic circuits. Simulation of working circuits. In particular, the following topics are of fundamental importance: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Linear and nonlinear networks</li> <li>• Binary logic and logic gates</li> <li>• Quadripoles, response analysis and characteristics in sinusoidal regime</li> <li>• Principles of operation of solid state devices. P-N junction</li> <li>• Characteristics of passive (diode) and active nonlinear components (BJT bipolar transistor)</li> <li>• Operational and differential amplifiers. Integrator and derivator</li> <li>• Fundamental characteristics of power systems (MOSFET)</li> <li>• Sensors and actuators</li> </ul>	
<b>Risultati di apprendimento previsti</b> (secondo i descrittori di Dublino)	<b>Conoscenza e comprensione:</b> Capacità di affrontare i problemi legati al funzionamento di sistemi elettronici con metodo e competenza applicando le conoscenze acquisite nel corso.  <b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</b> Capacità di <i>Problem solving</i> rivolta agli argomenti sviluppati durante il corso. Nello specifico, comprendere la problematica affrontata, comprendere le situazioni, relazionarsi, comunicare il proprio lavoro, lavorare in equipe, negoziare, affrontare e risolvere i problemi, sviluppare proposte personali, effettuare approfondimenti con autonomia di lavoro, progettare.  <b>Autonomia di giudizio:</b>	

	<p>Autovalutazione del grado di conoscenza. Capacità, con autonomia di giudizio, nella formulazione e nell'esecuzione di procedure sperimentali e nella modellazione dei sistemi fisici studiati.</p> <p><b>Abilità comunicative:</b> Capacità di sviluppare le capacità comunicative necessarie per rappresentare e discutere gli argomenti fondamentali della disciplina.</p> <p><b>Capacità di apprendimento:</b> Capacità di impiegare dispositivi sperimentali, di trattare dati sperimentali e di analizzare i limiti e la validità di approssimazioni.</p>
<p><b>Expected learning outcomes</b> (according to Dublin Descriptors)</p>	<p><b>Knowledge and understanding:</b> Ability to face problems related to the functioning of electronic systems with proper methodology and competence just by applying the acquired knowledge.</p> <p><b>Applying knowledge and understanding:</b> Skills in problem solving concerning the topics of the course. Specifically: understanding the faced problems, the specific situations, being able to make relationship with others, to communicate own work, to work in a team, to negotiate, to tackle and solve related problems, to make personal proposals, to carry out in-depth analyzes with autonomy of work, to plan.</p> <p><b>Making judgements:</b> Self-assessment of degree of knowledge. Ability, with autonomy of judgement, in formulation and execution of experimental procedures as well as in modelling of the studied physical systems.</p> <p><b>Communication:</b> Ability to develop the communication skills necessary for representing and discussing the fundamental arguments of the discipline.</p> <p><b>Lifelong learning skills:</b> Ability to deal with experimental devices, to perform data analysis and to analyse the limits and the validity of approximations.</p>

<b>Insegnamento di:</b> <b>FISICA APPLICATA</b>	<b>Denominazione inglese insegnamento:</b> APPLIED PHYSICS	<b>Anno:</b> 2020/2021 Secondo anno Secondo semestre
<b>Tipo attività formativa:</b> Affine/Integrativa - Opzionale		<b>Settore scientifico-disciplinare:</b> FIS/07
<b>CFU totali: 6</b> CFU Lezioni: 4 CFU Esercitazioni o Laboratorio: 2		Ore di Lezione: 24 Ore di Esercitazioni o Laboratorio: 24
<b>Conoscenze preliminari:</b>  Adeguata conoscenza dell'Analisi Matematica, della Geometria e dell'Algebra lineare insieme alle nozioni di base della Chimica.		<b>Prerequisites:</b>  Adequate knowledge of Mathematical Analysis, Geometry and Linear Algebra together with the basic notions of Chemistry.
<b>Obiettivi formativi:</b>  L'insegnamento si propone da una parte di integrare le conoscenze acquisite nel percorso formativo del corso di laurea in fisica, fornendo quelle conoscenze della fisica applicata principalmente nel contesto della biologia e della medicina e in misura minore nell'ambito dei beni culturali ed ambientali. Nello stesso tempo il corso fornirà agli studenti una utile base di partenza per la comprensione degli argomenti propri di un percorso formativo di livello superiore.  In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trattazione da un punto di vista teorico e sperimentale/applicativo delle principali metodologie applicate al campo della biofisica e della fisica sanitaria.</li> <li>• Trattazione da un punto di vista teorico e sperimentale/applicativo delle principali metodologie applicate al campo dei beni culturali e d ambientali.</li> </ul>		<b>Learning Goals:</b>  The course aims on the one hand to integrate the previously acquired knowledge in physics, providing knowledge of applied physics mainly within the context of biology and medicine and to a lesser extent in the field of cultural and environmental heritage. On the other hand, the course will provide students with a useful starting point for understanding the topics of a higher level course. In particular, the following topics are of fundamental importance: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Treatment from both a theoretical and experimental/application point of view of the main methodologies applied to the field of biophysics and health physics.</li> <li>• Treatment from both a theoretical and experimental/application point of view of the main methodologies applied to the field of cultural and environmental heritage.</li> </ul>
<b>Risultati di apprendimento previsti</b> (secondo i descrittori di Dublino)	<b>Conoscenza e comprensione:</b> Al termine del corso lo studente avrà un quadro d'insieme dei fenomeni fisici alla base delle più importanti tecniche di indagine nel campo della fisica applicata in contesti interdisciplinari, insieme ad una panoramica dei set-up sperimentali attualmente utilizzati.  <b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</b> Capacità di <i>Problem solving</i> rivolta agli argomenti sviluppati durante il corso. Sviluppo della capacità di argomentazione, utilizzando un linguaggio scientifico appropriato, su problematiche inerenti la fisica applicata in contesti interdisciplinari. Capacità di aggiornamenti autonomi mediante l'uso di banche dati e risorse bibliografiche. Maggiore consapevolezza nella scelta del percorso formativo di livello superiore.  <b>Autonomia di giudizio:</b> Autovalutazione del grado di conoscenza. Capacità, con autonomia di giudizio, nella formulazione e nell'esecuzione di procedure sperimentali e nella modellazione dei sistemi fisici studiati.	

	<p><b>Abilità comunicative:</b> Capacità di sviluppare le capacità comunicative necessarie per rappresentare e discutere gli argomenti fondamentali della disciplina.</p> <p><b>Capacità di apprendimento:</b> Capacità di comprensione delle potenzialità delle ricadute della fisica applicata in area biofisica/sanitaria e nel campo dei beni culturali e ambientali.</p>
<p><b>Expected learning outcomes</b> (according to Dublin Descriptors)</p>	<p><b>Knowledge and understanding:</b> At the end of the course, the student will have an overview of the physical phenomena underlying the most important investigation techniques in the field of applied physics within interdisciplinary contexts, together with an overview of the experimental set-ups currently used.</p> <p><b>Applying knowledge and understanding:</b> Skills in problem solving, starting from the topics of the course. Communication skills using appropriate scientific language, on issues related to applied physics within interdisciplinary contexts. Ability to autonomously self-update through the use of databases and bibliographic resources. Improved awareness in choosing the training path of the next level.</p> <p><b>Making judgements:</b> Self-assessment of degree of knowledge. Ability, with autonomy of judgement, in formulation and execution of experimental procedures as well as in modelling of the studied physical systems.</p> <p><b>Communication:</b> Ability to develop the communication skills necessary for representing and discussing the fundamental arguments of the discipline.</p> <p><b>Lifelong learning skills:</b> Ability to understand the potential effects of applied physics in the biophysical/health area and in the field of cultural and environmental heritage.</p>

<b>Insegnamento di:</b> <b>MACHINE LEARNING</b>			
<b>Classe di laurea:</b> L31		<b>Corso di Laurea in:</b> Informatica	<b>Anno accademico:</b> 2020/2021
<b>Denominazione inglese insegnamento:</b> Machine Learning		<b>Tipo di insegnamento:</b>	<b>Anno:</b> 3
<b>Tipo attività formativa:</b> B	<b>Ambito disciplinare:</b>	<b>Settore scientifico-disciplinare:</b> Ing-Inf/05	<b>CFU totali: 6 di cui</b> CFU Lezioni: CFU Ese/Lab:
<b>Modalità di erogazione, ore di didattica assistita ed ore dedicate allo studio individuale</b> ore di lezione: 48 ore di esercitazione/laboratorio:			
<b>Lingua di erogazione:</b> Italiano	<b>Obbligo di frequenza:</b> No		
<b>Docente:</b> Giancarlo Iannizzotto			
<b>Conoscenze preliminari:</b> Programmazione; Calcolo; Calcolo numerico; Algoritmi e strutture dati			
<b>Prerequisites:</b> Programming; Calculus; Mathematics for Data Analysis; Algorithms and Data Structure			
<b>Obiettivi formativi:</b> Il corso fornisce una introduzione generale ai principali temi del Machine Learning, focalizzandosi in particolare sul Deep Learning. Vengono approfonditi gli approcci e gli strumenti principali e vengono illustrati diversi esempi di applicazione pratica e casi d'uso.  OF1: Acquisizione delle conoscenze di base riguardanti il Machine Learning OF2: Acquisizione del concetto centrale di Deep Neural Network ed inquadramento dal punto di vista matematico e statistico OF3: Sviluppo di un insieme di strumenti matematici e metodologici per l'addestramento e l'impiego delle Deep Neural Network OF4: Sviluppo di un bagaglio di competenze pratiche sull'applicazione delle Deep Neural Network.			
<b>Learning Goals:</b> The course provides a general introduction to the main topics of Machine Learning with specific focus on Deep Learning. The most important approaches and tools are investigated. Several practical applications and use cases are proposed.  OF1: Acquisition of basic knowledge on Machine Learning OF2: Acquisition of the central concepts of Deep Neural Networks and their mathematical and statistical framework OF3: Development of a basic mathematical and methodological tool box for training and deploying Deep Neural Networks OF4: Development of an adequate set of practical skills on Deep Learning applications.			



<p><b>Risultati di apprendimento previsti (secondo i descrittori di Dublino)</b></p>	<p><b>Conoscenza e comprensione:</b> Conoscenza e comprensione dei concetti dell'apprendimento automatico (Machine Learning) con particolare riferimento al Deep Learning.</p> <p><b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</b> Sviluppo della capacità di progettare, addestrare ed applicare reti neurali profonde (Deep Neural Networks) per la soluzione di problemi in diversi ambiti.</p> <p><b>Autonomia di giudizio:</b> Capacità di valutare un problema e di progettare una soluzione applicando le tecniche di apprendimento automatico</p> <p><b>Abilità comunicative:</b> Capacità di interagire con i committenti, con i colleghi in team e con gli esperti del settore applicativo per ottenere una completa e approfondita descrizione del problema da risolvere, e per descriverne la potenziale soluzione.</p> <p><b>Capacità di apprendimento:</b> Acquisizione di autonomia nella ricerca di librerie e tool utili alla risoluzione di problemi complessi, con particolare riferimento alle problematiche di affidabilità, prestazioni e rispetto dei vincoli operativi esistenti.</p>
<p><b>Expected learning outcomes (according to Dublin Descriptors)</b></p>	<p><b>Knowledge and understanding:</b> Knowledge and understanding of the main concepts of Machine Learning, with particular focus on Deep Neural Networks</p> <p><b>Applying knowledge and understanding:</b> Development of the ability to design, train and deploy Deep Neural Networks to solve problems in different application fields.</p> <p><b>Making judgements:</b> Ability to analyze a problem and design an adequate solution by applying Machine Learning techniques</p> <p><b>Communication:</b> Ability to interact with commissioners, team colleagues and application field experts in order to obtain a complete and detailed description of the problem to be solved, and to adequately and clearly describe the proposed solution.</p> <p><b>Lifelong learning skills:</b> Autonomy in looking for most up-to-date libraries and tools useful for solving complex problems, with specific focus on reliability, performance and compliance with operative constraints.</p>

## L30 – TERZO ANNO

<b>Insegnamento di:</b> <b>FISICA 3 CON</b> <b>LABORATORIO</b>	<b>Denominazione inglese insegnamento:</b> PHYSICS 3 & LABORATORY	<b>Anno:</b> 2020/2021 Terzo anno Primo semestre
<b>Tipo attività formativa:</b> Caratterizzante		<b>Settore scientifico-disciplinare:</b> FIS/03
<b>CFU totali: 10</b> CFU Lezioni:5 CFU Esercitazioni + Laboratorio: 5		Ore di Lezione: 30 Ore di Esercitazioni + Laboratorio: 60
<b>Conoscenze preliminari:</b> Conoscenza dei contenuti dei corsi di matematica e fisica dei primi due anni. Conoscenza di elementi di teoria degli errori e del principio di funzionamento dei principali dispositivi per misure elettriche. Conoscenza degli strumenti informatici utili per l'elaborazione dei dati sperimentali.		<b>Prerequisites:</b> Knowledge of the contents of the mathematics and physics courses of the first two years. Knowledge of elements of error theory and of the principle of operation of the main devices for electrical measurements. Knowledge of IT tools useful for the processing of experimental data.
<b>Obiettivi formativi:</b> FISICA 3: Fornire conoscenze su esperimenti e teorie che hanno portato alla crisi della meccanica e dell'elettromagnetismo classici e alla conseguente introduzione della relatività ristretta e della meccanica quantistica. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Postulati della relatività speciale</li> <li>• Trasformazioni di Lorentz e connessa fenomenologia</li> <li>• Formulazione covariante della dinamica e dell'elettrodinamica</li> <li>• Crisi della fisica classica attraverso l'analisi teorica e l'interpretazione di alcuni esperimenti cruciali</li> <li>• Spin ed altri effetti relativistici</li> <li>• Aspetti generali di fisica atomica</li> <li>• Il modello vettoriale a shell</li> </ul> LABORATORIO DI FISICA 3: Fornire conoscenze su alcune evidenze sperimentali che hanno portato alla crisi della fisica classica. L'obiettivo si raggiunge attraverso la realizzazione/esecuzione dei relativi esperimenti e l'elaborazione/interpretazione dei dati ottenuti. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descrizione degli esperimenti da realizzare in laboratorio e delle procedure di analisi dati</li> <li>• Descrizione della strumentazione usata e del relativo principio di funzionamento</li> </ul>		<b>Learning Goals:</b> PHYSICS 3: To provide knowledge on experiments and theories that led to the crisis of classical mechanics and electromagnetism and to the subsequent introduction of restricted relativity and quantum mechanics. In particular, the following topics are of fundamental importance: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Postulates of special relativity</li> <li>• Lorentz transformations and related phenomenology</li> <li>• Covariant formulation of dynamics and electrodynamics</li> <li>• Crisis in classical physics through theoretical analysis and interpretation of some crucial experiments</li> <li>• Spin and other relativistic effects</li> <li>• General aspects of atomic physics</li> <li>• The vector shell model</li> </ul> PHYSICS 3 LABORATORY: To provide knowledge on some experimental evidences that led to the crisis of classical physics. The goal will be achieved through the implementation/execution of the related experiments and the processing/interpretation of the obtained data. In particular, the following topics are of fundamental importance: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Description of the experiments and corresponding data analysis to be carried out in the laboratory</li> <li>• Description of the used equipment and of its working principle</li> </ul>

<p><b>Risultati di apprendimento previsti</b> (secondo i descrittori di Dublino)</p>	<p><b>Conoscenza e comprensione:</b> Capacità di individuare i limiti di applicazione dei modelli fisici ed essere consapevoli del carattere provvisorio di ogni teoria fisica fondamentale. Competenze nell'impiego di strumentazione di laboratorio. Acquisita capacità di analisi critica dei dati raccolti e di stesura di una relazione scientifica sull'attività svolta in laboratorio</p> <p><b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</b> Capacità di <i>problem solving</i> a partire dagli argomenti sviluppati durante il corso. Sviluppo di competenze di operatività di laboratorio. Capacità organizzative. Capacità di utilizzo delle abilità trasversali per effettuare opportune elaborazioni di dati.</p> <p><b>Autonomia di giudizio:</b> Autovalutazione del grado di conoscenza. Capacità, con autonomia di giudizio, nella formulazione e nell'esecuzione di procedure sperimentali e nella modellazione dei sistemi fisici studiati</p> <p><b>Abilità comunicative:</b> Capacità di sviluppare le capacità comunicative necessarie per rappresentare e discutere gli argomenti fondamentali della disciplina</p> <p><b>Capacità di apprendimento:</b> Capacità di risolvere i problemi e di analizzare i limiti e la validità di approssimazioni. Capacità di impiegare dispositivi sperimentali, di trattare dati sperimentali e di analizzare i limiti e la validità di approssimazioni.</p>
<p><b>Expected learning outcomes</b> (according to Dublin Descriptors)</p>	<p><b>Knowledge and understanding:</b> Ability to identify the limits of application of physical models and to be aware of the provisional nature of any fundamental physical theory. Skills in the use of laboratory equipment. Aptitude to critically analyze the collected data and to draw up a scientific report on the laboratory activity.</p> <p><b>Applying knowledge and understanding:</b> Skills in <i>problem solving</i>, starting from the topics of the course. Development of ability for operating inside the laboratory. Organization skills. Ability to use transversal skills with the aim to perform proper data processing.</p> <p><b>Making judgements:</b> Self-assessment of degree of knowledge. Ability, with autonomy of judgement, in formulation and execution of experimental procedures as well as in modelling of the studied physical systems.</p> <p><b>Communication:</b> Ability to develop the communication skills necessary for representing and discussing the fundamental arguments of the discipline.</p> <p><b>Lifelong learning skills:</b> Ability to address problems and to analyze the limits and the validity of approximations. Ability to deal with experimental devices, to perform data analysis and to analyze the limits and the validity of approximations.</p>

<b>Insegnamento di:</b> <b>ISTITUZIONI DI FISICA  TEORICA I</b>	<b>Denominazione inglese insegnamento:</b> FOUNDATIONS OF THEORETICAL PHYSICS I	<b>Anno:</b> 2020/2021 Terzo anno Primo semestre
<b>Tipo attività formativa:</b> Base		<b>Settore scientifico-disciplinare:</b> FIS/02
<b>CFU totali: 7</b> CFU Lezioni:5 CFU Esercitazioni: 2		Ore di Lezione: 30 Ore di Esercitazioni: 24
<b>Conoscenze preliminari:</b> Calcolo variazionale, formalismo Lagrangiano e Hamiltoniano, trasformazioni canoniche, parentesi di Poisson, trasformazioni canoniche infinitesime, equazione di Hamilton-Jacobi.	<b>Prerequisites:</b> Variational calculus, Lagrangian and Hamiltonian formalism, canonical transformations, Poisson brackets, infinitesimal canonical transformations, Hamilton-Jacobi equation.	
<b>Obiettivi formativi:</b> Acquisizione delle abilità di calcolo algebrico e differenziale pertinenti alla meccanica quantistica. Capacità di applicare i metodi di calcolo appresi per la risoluzione di problemi di meccanica quantistica. Apprendimento dei contenuti del corso. In particolare, sono fondamentali: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Funzione d'onda e concetto di stato quantistico.</li> <li>• Principio di indeterminazione e di sovrapposizione</li> <li>• Equazione di Schrödinger</li> <li>• Densità di probabilità e corrente di probabilità</li> <li>• Sistemi stazionari</li> <li>• Formalismo generale di Dirac</li> <li>• Schemi del moto di Schrödinger ed Heisenberg</li> <li>• Limite classico e Teorema di Ehrenfest</li> <li>• Teoria delle perturbazioni non dipendente e dipendente dal tempo</li> <li>• Atomi a molti elettroni</li> <li>• Effetto Zeeman normale</li> </ul>	<b>Learning Goals:</b> Ability in algebraic and differential calculus related to quantum mechanics. Aptitude to apply the calculation methods for solving quantum mechanics problems. Comprehension and learning of the course content. In particular, the following topics are of fundamental importance: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wave function and concept of quantum state.</li> <li>• Principle of uncertainty and overlap</li> <li>• Schrödinger equation</li> <li>• Probability density and probability current</li> <li>• Stationary systems</li> <li>• General formalism of Dirac</li> <li>• Schemes of the motion of Schrödinger and Heisenberg</li> <li>• Classic limit and Ehrenfest theorem</li> <li>• Time-dependent and non-dependent perturbation theory</li> <li>• Many electron atoms</li> <li>• Normal Zeeman effect</li> </ul>	
<b>Risultati di apprendimento previsti</b> (secondo i descrittori di Dublino)	<b>Conoscenza e comprensione:</b> Sviluppo di abilità relative alla semplificazione concettuale dei problemi al fine di ottenere soluzioni efficaci con approssimazioni controllate in relazione a tematiche relative alla meccanica quantistica. Sviluppo di abilità di studio indipendente e capacità critiche.  <b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</b> Capacità di <i>problem solving</i> a partire dagli argomenti sviluppati durante il corso. Sviluppo della capacità di applicare la conoscenza attraverso la soluzione di prove scritte. Capacità di applicare la teoria nell'analisi, rappresentazione e modellizzazione di sistemi fisici su scala microscopica  <b>Autonomia di giudizio:</b> Autovalutazione del grado di conoscenza. Capacità, con autonomia di giudizio, nella modellazione dei sistemi fisici studiati  <b>Abilità comunicative:</b>	

	<p>Capacità di comunicare in maniera corretta, consistente, chiara e concisa le conoscenze acquisite. Capacità di rispondere correttamente ed efficacemente alle domande dirette. Controllo sul tempo della risposta ed all'attenzione dell'ascoltatore ponendo in sequenza la risposta corretta ai quesiti, il chiarimento dell'importanza dei quesiti e delle soluzioni nell'ambito considerato, e le metodologie di soluzione dei problemi.</p> <p><b>Capacità di apprendimento:</b> Capacità di identificare gli elementi essenziali di un sistema fisico su scala microscopica e rappresentarlo in base ad un opportuno modello con un adeguato livello di approssimazione.</p>
<p><b>Expected learning outcomes</b> (according to Dublin Descriptors)</p>	<p><b>Knowledge and understanding:</b> Development of abilities related to the conceptual simplification of problems with the aim to obtain effective solutions with controlled approximations. Aptitude to study independently and to develop critical skills.</p> <p><b>Applying knowledge and understanding:</b> Skills in <i>problem solving</i>, starting from the topics of the course. Development of ability to apply the acquired knowledge through the solution of written tests. Ability to apply the theory in the analysis, representation and modeling of physical systems on a microscopic scale</p> <p><b>Making judgements:</b> Self-assessment of degree of knowledge. Ability, with autonomy of judgement, in modelling of the studied physical systems.</p> <p><b>Communication:</b> Development of the ability to communicate the acquired knowledge in a correct, consistent, clear and concise way. Ability to answer correctly and effectively to direct questions. Control on the response time and on the attention of the listener by correctly organizing the answers to the questions, the clarification of the importance of the questions and of the corresponding solutions within the considered field, and the methodologies of solving problems.</p> <p><b>Lifelong learning skills:</b> Ability to identify the essential elements of a physical system on a microscopic scale and to represent it on the basis of a suitable model with an adequate level of approximation.</p>

<b>Insegnamento di:</b> <b>MATEMATICA 3</b>	<b>Denominazione inglese insegnamento:</b> MATHEMATICS 3	<b>Anno:</b> 2020/2021 Terzo Anno Primo semestre
<b>Tipo attività formativa:</b> Attività Affine ed Integrativa		<b>Settore scientifico-disciplinare:</b> MAT/07
<b>CFU totali: 6</b> CFU Lezioni: 4 CFU Esercitazioni o Laboratorio: 2		Ore di Lezione: 24 Ore di Esercitazioni o Laboratorio: 24
<b>Conoscenze preliminari:</b> Conoscenza e padronanza di Analisi Matematica e Geometria e conoscenza dell'analisi complessa e della trasformata di Fourier.		<b>Prerequisites:</b> Knowledge and mastery of Mathematical Analysis and Geometry and knowledge of complex analysis and Fourier transform.
<b>Obiettivi formativi:</b> Obiettivo del corso è far acquisire agli studenti un'adeguata conoscenza di alcune tecniche fisico-matematiche idonee alla descrizione dei sistemi fisici. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trasformata di Laplace e legame con la trasformata di Fourier;</li> <li>• Equazioni differenziali alle derivate parziali (EDP) e metodi di integrazione;</li> <li>• Funzioni speciali;</li> <li>• Metodi numerici per le equazioni differenziali;</li> <li>• Metodo della funzione di Green;</li> <li>• Calcolo tensoriale.</li> </ul>		<b>Learning Goals:</b> The aim of the course is to provide knowledge of specific physical-mathematical techniques suitable for the description of physical systems. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laplace transform and connection with the Fourier transform;</li> <li>• Differential partial differential equations (EDP) and integration methods;</li> <li>• Special functions;</li> <li>• Numerical methods for differential equations;</li> <li>• Green function method;</li> <li>• Tensorial calculation.</li> </ul>
<b>Risultati di apprendimento previsti</b> (secondo i descrittori di Dublino)	<b>Conoscenza e comprensione:</b> Padronanza delle tecniche fisico-matematiche applicate ai vari ambiti della fisica.  <b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</b> Capacità di <i>problem solving</i> a partire dagli argomenti sviluppati durante il corso. Capacità di valutare l'approccio matematico più idoneo per affrontare i problemi in ambito fisico. Capacità di affrontare in modo indipendente la lettura di testi specialistici. Capacità di rispondere correttamente ed efficacemente alle domande dirette.  <b>Autonomia di giudizio:</b> Autovalutazione del grado di conoscenza. Capacità, con autonomia di giudizio, nel formulare ed analizzare problemi nonché nell' applicare le metodologie matematiche opportune.  <b>Abilità comunicative:</b> Capacità di sviluppare le capacità comunicative necessarie per rappresentare e discutere gli argomenti fondamentali della disciplina.  <b>Capacità di apprendimento:</b> Capacità di comunicare anche ad un pubblico non specialistico problematiche inerenti i contenuti del corso. Capacità di utilizzare con sicurezza strumenti e metodi	

	<p>matematici avanzati per la modellazione e l'indagine dei sistemi fisici e dei problemi ad essi connessi.</p>
<p><b>Expected learning outcomes</b> (according to Dublin Descriptors)</p>	<p><b>Knowledge and understanding:</b> Mastery of physical-mathematical techniques applied to various areas of physics.</p> <p><b>Applying knowledge and understanding:</b> Skills in problem solving, starting from the topics of the course. Ability to evaluate the most suitable mathematical approach to tackle problems in the physical field. Ability to independently deal with the reading of specialized texts. Ability to answer correctly and effectively to direct questions.</p> <p><b>Making judgements:</b> Self-assessment of degree of knowledge. Ability, with autonomy of judgment, in formulating and analysing problems as well as to apply the appropriate mathematical methodologies.</p> <p><b>Communication:</b> Ability to develop the communication skills necessary for representing and discussing the fundamental arguments of the discipline.</p> <p><b>Lifelong learning skills:</b> ability to communicate issues related to the course content also to a non-specialist audience. Ability to safely use advanced mathematical tools and methods for modelling and investigating physical systems and related problems.</p>

<b>Insegnamento di:</b> <b>FISICA DELLA MATERIA</b>	<b>Denominazione inglese insegnamento:</b> MATTER PHYSICS	<b>Anno:</b> 2020/2021 Terzo anno Secondo semestre
<b>Tipo attività formativa:</b> caratterizzante	<b>Settore scientifico-disciplinare:</b> FIS/03	
<b>CFU totali: 6</b> CFU Lezioni:4 CFU Esercitazioni: 2	Ore di Lezione: 24 Ore di Esercitazioni: 24	
<b>Conoscenze preliminari:</b> Agli studenti è richiesto di possedere, in generale, le conoscenze impartite nei precedenti insegnamenti del corso di Laurea in Fisica, con particolare riferimento ai corsi del primo semestre del terzo anno.	<b>Prerequisites:</b> Students are generally required to possess the knowledge conveyed in the previous courses of the Degree in Physics, with particular reference to the courses of the first semester of the third year.	
<b>Obiettivi formativi:</b> Applicare i principi della meccanica quantistica alla descrizione del comportamento delle molecole. Partendo da tali conoscenze, analizzare i comportamenti collettivi della materia, con riferimento alle proprietà termodinamiche, elettroniche, strutturali e di trasporto dello stato solido, dei liquidi classici e della materia soffice. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Molecole omo-nucleari ed etero-nucleari. Legami chimici, Approssimazioni</li> <li>• Spettri rotazionali e vibrazionali, spettri elettronici</li> <li>• Strutture cristalline; reticolo diretto e reciproco</li> <li>• Proprietà elettroniche e termiche dei solidi</li> <li>• Teorema di Bloch. Metalli, isolanti e semiconduttori. Giunzione p-n.</li> <li>• Proprietà strutturali dei liquidi. Diffusione. Equazione di Langevin.</li> <li>• Comportamento viscoelastico. Transizione vetrosa. Dispersioni colloidali.</li> </ul>	<b>Learning Goals:</b> Apply the principles of quantum mechanics to the description of the behavior of molecules. Starting from this knowledge, to analyze the collective behavior of matter, with reference to the thermodynamic, electronic, structural and transport properties of the solid state, classic liquids and soft matter. In particular, the following topics are of fundamental importance: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Homo-nuclear and hetero-nuclear molecules. Chemical bonds, approximations</li> <li>• Rotational and vibrational spectra, electronic spectra</li> <li>• Crystalline structures; direct and reciprocal lattice</li> <li>• Electronic and thermal properties of solids</li> <li>• Bloch's theorem. Metals, insulators and semiconductors. P-N junction</li> <li>• Structural properties of liquids. Diffusion. Langevin equation.</li> <li>• Viscoelastic behavior. Glass transition. Colloidal dispersions.</li> </ul>	
<b>Risultati di apprendimento previsti</b> (secondo i descrittori di Dublino)	<b>Conoscenza e comprensione:</b> Acquisire una visione d'insieme delle varie forme sotto cui si presenta la materia condensata. Essere in grado di collegare, nei fenomeni che riguardano la materia condensata, comportamento macroscopico e struttura microscopica.  <b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</b> Capacità di <i>problem solving</i> a partire dagli argomenti sviluppati durante il corso. Capacità di padroneggiare le conoscenze apprese e metterle in relazione tra loro. Sviluppo dell'abilità di esporre in maniera corretta e chiara le conoscenze acquisite, sia in forma scritta che in forma orale.  <b>Autonomia di giudizio:</b> Autovalutazione del grado di conoscenza. Capacità, con autonomia di giudizio, nella modellazione dei sistemi fisici studiati	



	<p><b>Abilità comunicative:</b></p> <p>Capacità di esporre in maniera corretta e chiara le conoscenze acquisite, sia in forma scritta che in forma orale.</p> <p><b>Capacità di apprendimento:</b></p> <p>Capacità di analizzare un fenomeno a varie scale di osservazione, sapendo mettere in relazione tra loro le informazioni acquisite. Far proprio il concetto, fondamentale in materia condensata, di proprietà emergente come comportamento che pur collegato alla comprensione dei singoli costituenti, è una proprietà collettiva del sistema che nessun componente del collettivo possiede singolarmente.</p>
<p><b>Expected learning outcomes</b> (according to Dublin Descriptors)</p>	<p><b>Knowledge and understanding:</b></p> <p>To acquire an overview of the various aspects in which condensed matter is presented. Being able to connect, within the phenomena that concern condensed matter, the macroscopic behavior and the microscopic structure.</p> <p><b>Applying knowledge and understanding:</b></p> <p>Skills in <i>problem solving</i>, starting from the topics of the course. Ability to master the acquired knowledge and to relate each other. Development of the ability to correctly and clearly expose the acquired knowledge, both in written and oral forms.</p> <p><b>Making judgements:</b></p> <p>Self-assessment of degree of knowledge. Ability, with autonomy of judgement, in modelling of the studied physical systems.</p> <p><b>Communication:</b></p> <p>Ability to communicate the acquired knowledge in a correct, consistent, clear and concise way. Ability to answer correctly and effectively to direct questions.</p> <p><b>Lifelong learning skills:</b></p> <p>Ability to analyze a phenomenon at various observation scales, knowing how to relate the acquired information to each other. To embrace the fundamental concept of emergent property as a behavior connected to the understanding of the individual constituents, that is also a collective property of the system although no individual component possesses it.</p> <p>.</p>

<b>Insegnamento di:</b> <b>FISICA NUCLEARE CON LABORATORIO</b>	<b>Denominazione inglese insegnamento:</b> NUCLEAR PHYSICS & LABORATORY	<b>Anno:</b> 2020/2021 Terzo anno Secondo semestre
<b>Tipo attività formativa:</b> caratterizzante	<b>Settore scientifico-disciplinare:</b> FIS/04	
<b>CFU totali: 10</b> CFU Lezioni: 6 CFU Laboratorio: 4	Ore di Lezione: 36 Ore di Laboratorio: 48	
<b>Conoscenze preliminari:</b> Fondamenti di analisi in campo reale e in campo complesso. Fondamenti di Meccanica Quantistica. Composizione di momenti angolari. Conoscenze sull'uso dell'oscilloscopio e sull'uso di software per analisi dati.	<b>Prerequisites:</b> Fundamentals of real and complex mathematical analysis. Fundamentals of Quantum Mechanics. Composition of angular moments. Knowledge on the use of oscilloscope and on the use of software for data analysis.	
<b>Obiettivi formativi:</b> <b>FISICA NUCLEARE:</b> Fornire conoscenze di <b>fisica nucleare</b> e <b>subnucleare</b> illustrando le proprietà principali che caratterizzano i nuclei, il loro costituenti e le interazioni. In particolare, sono fondamentali i seguenti argomenti: <ul style="list-style-type: none"> <li>• nucleo atomico, energie di legame e modelli nucleari;</li> <li>• interazioni nucleari Forte e Debole;</li> <li>• stabilità dei nuclidi e trasmutazioni nucleari;</li> <li>• reazioni nucleari indotte da particelle e da ioni leggeri e cenni su quelle indotte da ioni pesanti;</li> <li>• leptoni, struttura a quark di nucleoni e mesoni leggeri, particelle virtuali e bosoni di gauge;</li> <li>• violazione delle simmetrie discrete e teorema CPT;</li> <li>• principali processi nucleari coinvolti nella evoluzione stellare.</li> </ul> <b>LABORATORIO DI FISICA NUCLEARE:</b> Fornire le conoscenze sui fenomeni radioattivi, sui meccanismi e sugli apparati sperimentali idonei alla rivelazione delle particelle, quali: <ul style="list-style-type: none"> <li>• rivelatori a ionizzazione,</li> <li>• scintillatori,</li> <li>• componenti elettronici tipici della ricerca in ambito nucleare e particellare.</li> </ul>	<b>Learning Goals:</b> <b>NUCLEAR PHYSICS:</b> The objective is to introduce to nuclear and subnuclear physics illustrating the main properties that characterize nuclei, their constituents and interactions. In particular, the following topics are essential: <ul style="list-style-type: none"> <li>• atomic nucleus, binding energies and nuclear models;</li> <li>• Strong and Weak nuclear interactions;</li> <li>• nuclear reactions induced by particles and light ions and hints on those induced by heavy ions;</li> <li>• Leptons, quark structure of nucleons and light mesons, virtual particles and gauge bosons;</li> <li>• violation of discrete symmetries and CPT theorem;</li> <li>• main nuclear processes involved in stellar evolution.</li> </ul> <b>NUCLEAR PHYSICS LABORATORY:</b> The objective is to provide knowledge of radioactive phenomena, mechanisms and experimental apparatus suitable for particle detection, such as: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ionization detectors;</li> <li>• spark plugs,</li> <li>• electronic devices typical of nuclear and particle research.</li> </ul>	

<p><b>Risultati di apprendimento previsti</b> (secondo i descrittori di Dublino)</p>	<p><b>Conoscenza e comprensione:</b> Capacità di calcolare i valori di osservabili fisiche e risolvere problemi nell'ambito degli argomenti trattati. Capacità di rispettare i limiti di applicazione dei modelli studiati. Capacità di progettazione e realizzazione di apparati sperimentali e di raccolta ed analisi dati.</p> <p><b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</b> Capacità di <i>problem solving</i> a partire dagli argomenti sviluppati durante il corso. Capacità di utilizzare in maniera adeguata e proficua i modelli nell'ambito della Fisica; insegnare a comunicare il proprio pensiero in maniera chiara, sintetica e scientificamente rigorosa. Sviluppare la creatività, accrescere la capacità di multitasking e incrementare lo spirito di gruppo.</p> <p><b>Autonomia di giudizio:</b> Autovalutazione del grado di conoscenza. Capacità, con autonomia di giudizio, nella formulazione e nell'esecuzione di procedure sperimentali e nella modellazione dei sistemi fisici studiati</p> <p><b>Abilità comunicative:</b> Capacità di sviluppare le capacità comunicative necessarie per rappresentare e discutere gli argomenti fondamentali della disciplina</p> <p><b>Capacità di apprendimento:</b> Capacità di inquadrare un fenomeno fisico in termini di ordini di grandezza dei parametri che lo caratterizzano. Capacità di identificare gli elementi essenziali di un processo e di rappresentarlo in base ad un opportuno modello con un adeguato livello di approssimazione. Capacità di effettuare i calcoli in piena autonomia.</p>
<p><b>Expected learning outcomes</b> (according to Dublin Descriptors)</p>	<p><b>Knowledge and understanding:</b> Ability to calculate the values of physical observables and to solve problems within the covered topics and treated arguments. Ability to understand and respect the limits of application of the studied models. Ability to design and manufacture experimental equipment and data collection and analysis.</p> <p><b>Applying knowledge and understanding:</b> Skills in <i>problem solving</i>, starting from the topics of the course. Ability to use in an adequate and profitable way the physical models suitable to describe the studied systems; ability to communicate knowledge in a clear, concise and scientifically rigorous manner. Developing creativity, increasing multitasking skills and team spirit.</p> <p><b>Making judgements:</b> Self-assessment of degree of knowledge. Ability, with autonomy of judgement, in formulation and execution of experimental procedures as well as in modelling of the studied physical systems.</p> <p><b>Communication:</b> Ability to develop the communication skills necessary for representing and discussing the fundamental arguments of the discipline.</p> <p><b>Lifelong learning skills:</b> Ability to treat a physical phenomenon in terms of the orders of magnitude of the parameters that characterize it. Ability to identify</p>

	<p>the essential elements of a process and to represent it according to an appropriate model with a proper level of approximation. Ability to perform calculations in full autonomy.</p>
--	--

<b>Insegnamento di:</b> <b>ISTITUZIONI DI FISICA  TEORICA II</b>	<b>Denominazione inglese insegnamento:</b> FOUNDATIONS OF THEORETICAL PHYSICS II	<b>Anno:</b> 2020/2021 Terzo anno Secondo semestre
<b>Tipo attività formativa:</b> caratterizzante		<b>Settore scientifico-disciplinare:</b> FIS/02
<b>CFU totali: 6</b> CFU Lezioni:5 CFU Esercitazioni: 1		Ore di Lezione: 30 Ore di Esercitazioni: 12
<b>Conoscenze preliminari:</b> Argomenti del corso di Istituzioni di Fisica Teorica I.		<b>Prerequisites:</b> Topics of the course of Foundations of Theoretical Physics I.
<b>Obiettivi formativi:</b> Acquisizione delle abilità di calcolo algebrico e differenziale pertinenti alla meccanica quantistica per la descrizione di sistemi fisici complessi alla scala microscopica, anche attraverso un approccio statistico. Apprendimento dei contenuti del corso. In particolare, sono fondamentali: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduzione alla formulazione delle simmetrie per mezzo dei commutatori.</li> <li>• Traslazioni e commutatori canonici</li> <li>• Teoria del momento angolare</li> <li>• Regole di selezione</li> <li>• Accoppiamento Spin-orbita</li> <li>• Statistiche di Boltzmann, Bose-Einstein e Fermi-Dirac</li> <li>• Matrice densità</li> </ul>		<b>Learning Goals:</b> Acquisition of algebraic and differential calculus skills that are relevant to quantum mechanics with the aim to describe complex physical systems at the microscopic scale, also through a statistical approach. Comprehension and learning of the course content. In particular, the following topics are of fundamental importance: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to the formulation of symmetries by means of commutators.</li> <li>• Translation and canonical commutators</li> <li>• Angular momentum theory</li> <li>• Selection rules</li> <li>• Spin-orbit coupling</li> <li>• Boltzmann, Bose-Einstein and Fermi-Dirac statistics</li> <li>• Density matrix</li> </ul>
<b>Risultati di apprendimento previsti</b> (secondo i descrittori di Dublino)	<b>Conoscenza e comprensione:</b> Sviluppo di abilità relative alla semplificazione concettuale dei problemi al fine di ottenere soluzioni efficaci con approssimazioni controllate. Sviluppo di abilità di studio indipendente e capacità critiche. Capacità di applicare la conoscenza attraverso la soluzione di prove scritte. <p><b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione:</b>  Capacità di <i>problem solving</i> a partire dagli argomenti sviluppati durante il corso. Capacità di applicare la teoria nell'analisi, rappresentazione e modellizzazione di sistemi fisici su scala microscopica.</p> <b>Autonomia di giudizio:</b> Autovalutazione del grado di conoscenza. Capacità, con autonomia di giudizio, nella modellazione dei sistemi fisici studiati <p><b>Abilità comunicative:</b>  Capacità di comunicare in maniera corretta, consistente, chiara e concisa le conoscenze acquisite. Capacità di rispondere correttamente ed efficacemente alle domande dirette. Controllo sul tempo della risposta ed all'attenzione dell'ascoltatore ponendo in sequenza la risposta corretta ai quesiti, il chiarimento dell'importanza dei quesiti e delle soluzioni nell'ambito considerato, e le metodologie di soluzione dei problemi</p>	

	<p><b>Capacità di apprendimento:</b>          Capacità di identificare gli elementi essenziali di un sistema fisico su scala microscopica e rappresentarlo in base ad un opportuno modello con un adeguato livello di approssimazione.</p>
<p><b>Expected learning outcomes</b>          (according to Dublin Descriptors)</p>	<p><b>Knowledge and understanding:</b>          Aptitude in the conceptual simplification of problems in order to obtain effective solutions with controlled approximations. Aptitude for independent study and critical skills. Ability to apply the acquired knowledge through the solution of written tests.</p> <p><b>Applying knowledge and understanding:</b>          Skills in <i>problem solving</i>, starting from the topics of the course. Ability to apply the theory in the analysis, representation and modeling of physical systems on a microscopic scale</p> <p><b>Making judgements:</b>          Self-assessment of degree of knowledge. Ability, with autonomy of judgement, in modelling of the studied physical systems.</p> <p><b>Communication:</b>          Ability to communicate the acquired knowledge in a correct, consistent, clear and concise way. Ability to answer correctly and effectively to direct questions. Control on the response time and on the attention of the listener by correctly organizing the answers to the questions, the clarification of the importance of the questions and of the corresponding solutions within the considered field, and the methodologies of solving problems.</p> <p><b>Lifelong learning skills:</b>          Ability to identify the essential elements of a physical system on a microscopic scale and to represent it on the basis of a suitable model with an adequate level of approximation.</p>

<b>TIROCINIO</b>	<b>INTERNSHIP</b>
<b>Tipo attività formativa:</b> Ulteriori attività formative	<b>Anno:</b> 2020/2021 Terzo anno Secondo semestre
<b>CFU:</b> 6	<b>Ore:</b> 60
<b>Prerequisiti:</b> Conoscenza di fisica e matematica e delle discipline affini ed integrative dei primi due anni del corso di laurea. Opportuno sarebbe avere anche la conoscenza degli argomenti delle discipline del primo semestre del terzo anno.	<b>Prerequisites:</b> Knowledge of physics and mathematics as well as of the related and supplementary disciplines of the first two years of the degree course. It would also be appropriate to have knowledge of the subjects of the disciplines of the first semester of the third year.
<b>Obiettivi formativi:</b> Lo stage formativo, svolto al terzo anno, è una attività importante nella formazione del laureato in Fisica in quanto consente di agevolare le scelte professionali mediante una formazione in ambiente produttivo, quali attività industriali, sanitarie e centri di ricerca, consentendo una conoscenza diretta del mondo del lavoro.	<b>Learning Goals:</b> The internship, carried out in the third year, is an important activity in the training of the graduate in Physics as it allows to facilitate professional choices through training in the productive environment, such as industrial activities, health and research centers, allowing a direct knowledge of the world of work. The training objective focuses on the ability to apply knowledge and understanding of the nature and ways of investigations in physics in scientific support activities.
<b>Risultati apprendimento attesi:</b> Capacità di applicare conoscenza e comprensione della natura e dei modi delle indagini in fisica nelle attività lavorative che richiedono il supporto scientifico.	<b>Expected learning outcomes:</b> ability to apply knowledge and understanding of the nature and ways of investigations in physics work activities requiring scientific support.

<b>PROVA FINALE</b>	<b>Final Examination</b>
<b>Tipo attività formativa:</b> Prova Finale	<b>Ambito disciplinare:</b> Prova finale
<b>CFU totali:</b> 6	
<b>Obiettivi formativi:</b> La prova finale ha come obiettivo la produzione di un elaborato che tratta, con un grado di approfondimento adeguato al livello degli studi compiuti, o un argomento sviluppato durante il corso di studi oppure la realizzazione di un esperimento nell'ambito delle conoscenze di laboratorio acquisite.	<b>Learning goals:</b> The aim of the final test is to produce an article that deals with, with a degree of depth appropriate to level of studies completed, or a subject developed during the course of studies or the implementation of an experiment within the acquired knowledge.
<b>Risultati apprendimento attesi:</b> Nella prova finale lo studente dimostra capacità di applicare conoscenza dimostrando di: 1. possedere una comprensione della natura dei fenomeni fisici e sui modi per indagarli applicando i metodi di indagine tipici della fisica; 2. avere la capacità di operare professionalmente in ambiti definiti di applicazione, quali il supporto scientifico alle attività industriali, mediche, sanitarie e concernenti l'ambiente, il risparmio energetico ed i beni culturali; 3. saper utilizzare efficacemente le capacità comunicative nell'ambito specifico di competenza e per lo scambio di informazioni generali; 4. aver acquisito un livello di conoscenza che gli consenta di continuare gli studi di livello specialistico.	<b>Expected learning outcomes</b> In the final test the student demonstrates ability to apply knowledge by demonstrating 1. have an understanding of the nature of physical phenomena and how to study them by applying the methods of investigation typical of physics; 2. have the ability to operate professionally in defined areas of application, such as scientific support to industrial, medical, health and environmental activities, energy saving and cultural heritage; 3. be able to make effective use of communication skills in the specific field of competence and for the exchange of general information; 4. have acquired a level of knowledge enabling them to continue their higher education.